

O Reichert

München 1900

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Kinderklinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. K. Betke

Mikrobielle Kolonisation und katheterinduzierte
Infektionen bei der Anwendung von
intravasalen Kathetern in der Pädiatrie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Oswald Reichert

aus

8450 Amberg

Jahr

1980

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:

Prof. Dr. med. Marget

Mitberichterstatter:

Prof. Dr. med. Betke

Dekan:

Prof. Dr. med. Spann

Tag der mündlichen Prüfung:

6. 11. 80



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

- 1.1. Nosocomiale Infektionen: Definition, Bedeutung und Ausmaß
- 1.2. Indikationen für die Anwendung und Gefahren bei der Anwendung von intravasalen Kathetern
- 1.3. Mikrobielle Kolonisation von intravasalen Kathetern als Ursache von nosocomialen Infektionen
- 1.4. Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

2. Material und Methode

- 2.1. Herkunft und Verteilung des Krankengutes auf verschiedene Stationen
- 2.2. Grundkrankheiten der erfaßten Patienten
- 2.3. Ermittlung der personellen und klinischen Daten der Patienten
- 2.4. Definition der Begriffe Kolonisation und katheterinduzierte Infektion
- 2.5. Beurteilungskriterien für katheterinduzierte Infektionen
- 2.6. Insertion und Entfernung der Katheter
- 2.7. Bakteriologische Untersuchung der Katheter

3. Ergebnisse

- 3.1. Mikrobielle Kolonisationsrate und katheterinduzierte Infektionsrate der erfaßten Venen- und Arterienkatheter
- 3.2. Absolute Häufigkeitsverteilung der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer
- 3.3. Kumulierte Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter
- 3.4. Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der Venenkatheter in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze
 - 3.4.1. Statistische Auswertung der Kolonisationshäufigkeiten
 - 3.4.2. Statistische Auswertung der katheterinduzierten Infektionshäufigkeiten
- 3.5. Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter
- 3.6. Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden

- 3.6.1. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion
- 3.6.2. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer in Abhängigkeit von der Insertionsart der Katheter
- 3.6.3. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer in Abhängigkeit von der Lage der Katheterspitze
- 3.7. Regressionsanalyse bei den gesamten Venenkathetern von der Verweildauer auf die Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate
- 3.8. Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
 - 3.8.1. Kumulierte Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
 - 3.8.2. Abhängigkeit der Kolonisations- und Infektionsrate von der Antibiotikaperfusion der Katheter bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze
 - 3.8.2.1. Statistische Auswertung der Kolonisationshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika
 - 3.8.3. Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten, kolonisierten und Infektionen verursachenden Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
 - 3.8.4. Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden
 - 3.8.4.1. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, unterschiedlich langer Verweildauer und verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion
 - 3.8.4.2. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotika, unterschiedlich langer Verweildauer und verschiedener Insertionsart
 - 3.8.4.3. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotika, unterschiedlich langer Verweildauer und verschiedener Lage der Katheterspitze

- 3.8.5. Regressionsanalyse von der Verweildauer auf die Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
- 3.9. Keimspektrum der kolonisierten und davon Infektionen verursachenden gesamten Venenkatheter, Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
 - 3.9.1. Häufigkeit einer Keimart in den Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
 - 3.9.2. Verteilung der Keimspezies auf die verschiedenen Katheterlokalisationen
 - 3.9.3. Keimspektrum der Venenkatheter mit katheterinduzierten Infektionen
- 3.10. Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter in Abhängigkeit vom Lebensalter der Patienten
 - 3.10.1. Statistische Auswertung der Kolonisationshäufigkeiten in Abhängigkeit vom Lebensalter der Patienten
 - 3.10.2. Mikrobielle Infektionsrate der Venenkatheter bei unterschiedlichem Lebensalter der Patienten

4. Diskussion

- 4.1. Vergleich der ermittelten Kolonisations- und Infektionsraten des untersuchten Kathetermaterials mit Ergebnissen aus der Literatur
- 4.2. Möglichkeiten, Ursachen und Wege der Katheterkolonisation und deren Einfluß auf die mikrobielle Kolonisations- und Infektionshäufigkeit
 - 4.2.1. Kolonisation durch Kontamination beim Legen und Entfernen der Katheter
 - 4.2.2. Kolonisation durch streuenden Fokus
 - 4.2.3. Kolonisation über Katheterlumen
 - 4.2.4. Kolonisation über Katheteraußenseite
 - 4.2.5. Kolonisations- und Infektionsrate bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze im Zusammenhang mit der mittleren Verweildauer der Katheter
 - 4.2.6. Verlauf von Kolonisationsrate, Infektionsrate und Symptomatik der Infektionen bei den Kathetern, die nach unterschiedlich langer Verweildauer gezogen wurden

- 4.3. Einfluß der systemischen Anwendung von Antibiotika auf die Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter im Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur
- 4.3.1. Kolonisationsrate, Infektionsrate und mittlere Verweildauer der verschiedenen Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion
- 4.3.2. Verlauf von Kolonisationsrate, Infektionsrate und Symptomatik der Infektionen bei den Kathetern mit bzw. ohne Antibiotika, die nach unterschiedlich langer Verweildauer gezogen wurden
- 4.4. Keimspektrum der kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Katheter
- 4.5. Bedeutung des Lebensalters der Patienten für die Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate

5. Zusammenfassung

1. Einleitung

1.1. Nosokomiale Infektionen: Definition, Bedeutung und Ausmaß

Die Bedeutung und das Ausmaß der nosokomialen Infektionen (von einem Patienten während eines Klinikaufenthaltes erworbene Infektionen), die sich oft auf bedrohliche Art und Weise der bestehenden Grundkrankheit überlagern, sind in den letzten Jahren nicht nur als besonders schwerwiegend erkannt worden, sondern haben vor allem in bezug auf die Klinikhygiene und die leichtfertige Anwendung von Antibiotika mit nachfolgender Bildung von resistenten Keimen in zunehmendem Maße Beachtung gefunden.

Studien aus den USA (1, 19, 21) über die Größenordnung der nosokomialen Infektionen in den Jahren 1967, 1971 und 1973 berichten von einer Prävalenz von 5,6% bis zu 12,5% in medizinischen und 9,8% bis 18,7% in chirurgischen Abteilungen verschiedener US- Kliniken. Ein Teilaspekt dieser in der Klinik erworbenen Infektionen zeigt sich bei der längerdauernden Anwendung von intravasalen Kathetern, also Venen- oder Arterienkatheter, zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken.

1.2. Indikationen für die Anwendung und Gefahren bei der Anwendung von intravasalen Kathetern

Die Indikation für die Anwendung von intravasalen Kathetern (2, 27, 23, 11, 12) ergibt sich aus der jeweiligen zugrunde liegenden Krankheit, wie zum Beispiel Tumoroperationen, Schädel- Hirn- Traumen, Verbrühungen und Verbrennungen, schwere chirurgische Eingriffe in Thorax und Abdomen, vor allem zur parenteralen Nahrungszufuhr, Blut und Volumenersatz, Messung des zentralen Venendrucks, Medikation, häufige Blutentnahmen zur diagnostischen und Verlaufsbeurteilung der Krankheit, kurz immer dann, wenn ein zuverlässiger und dauerhafter Zugang zu einem weitlumigen Gefäß für eine optimale medizinische Betreuung eines Patienten unabdingbar wird.

Diesen unbestreitbaren Vorteilen stehen allerdings die von vielen Autoren beschriebenen Möglichkeiten zu schweren, teils lebensbedrohlichen Komplikationen gegenüber (2, 5, 11, 23), wie endotheliale Läsionen der Gefäßwand mit folgender Thrombosierung und der Gefahr des Gefäßverschlusses oder Embolisierung, Gefäßperforationen und Herzwandperforationen, um nur einige wesentliche zu nennen.

1.3. Mikrobielle Kolonisation von intravasalen Kathetern als Ursache von nosokomialen Infektionen

Die häufigsten und in dieser Arbeit besonders interessierenden Komplikationen ergeben sich jedoch durch die mikrobielle Kolonisation, die Besiedlung der intravasalen Katheter mit Bakterien oder Pilzen und den daraus resultierenden Konsequenzen (2, 6, 8, 15, 25, 27), die von einer symptomlosen mikrobiellen Kolonisation der Katheter über eine Thrombophlebitis und Bakteriämie bis zur tödlich verlaufenden Kathetersepsis reichen.

Untersuchungen aus den USA (6, 14, 16, 20) geben die Größenordnung der genannten infektiösen Komplikationen mit folgenden Zahlen an:

Mikrobielle Kolonisation in 10 - 26%, klinische Phlebitis in 12 - 39%, systemische Infektionen in 0,4 - 2% aller Katheterinsertionen. Durch Katheterkolonisation verursachte Bakteriämien werden annähernd 9% der nosokomialen Bakteriämien angegeben.

1.4. Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, die Häufigkeit der kolonisierten Katheter und der dadurch hervorgerufenen Infektionen mit dem dazu gehörenden Erregerspektrum zu bestimmen. Da jedoch verschiedene Ursachen zur mikrobiellen Katheterkolonisation beitragen, soll vor allem eine Analyse der möglichen Kolonisationsursachen und deren Einfluß auf die Häufigkeit der Katheterkolonisation durchgeführt werden. Dazu wird die Abhängigkeit der mikrobiellen Kolonisation von der Lokalisation der Katheterinsertion und der Katheterspitze, von der Insertionsart, von der intravasalen Verweildauer und von der Perfusion der Katheter mit Antibiotika untersucht.

2. Material und Methode

2.1. Herkunft und Verteilung des Krankengutes auf verschiedene Krankenstationen

Das Krankengut der vorliegenden retrospektiven Arbeit setzt sich aus Patienten der Universitätskinderklinik München im Dr. von Haunerschen Kinderspital zusammen. Das untersuchte Patientenkollektiv umfaßt eine Gesamtzahl von 202 Kindern, die sich zu 75% auf den Intensivpflegestationen der Neugeborenen-, Chirurgischen- und Internistischen Abteilung befanden, während sich die restlichen 25% auf mehrere chirurgische und internistische Stationen verteilten. Die genaue Verteilung der Patienten auf die verschiedenen Krankenstationen zeigt die folgende Abb.1.

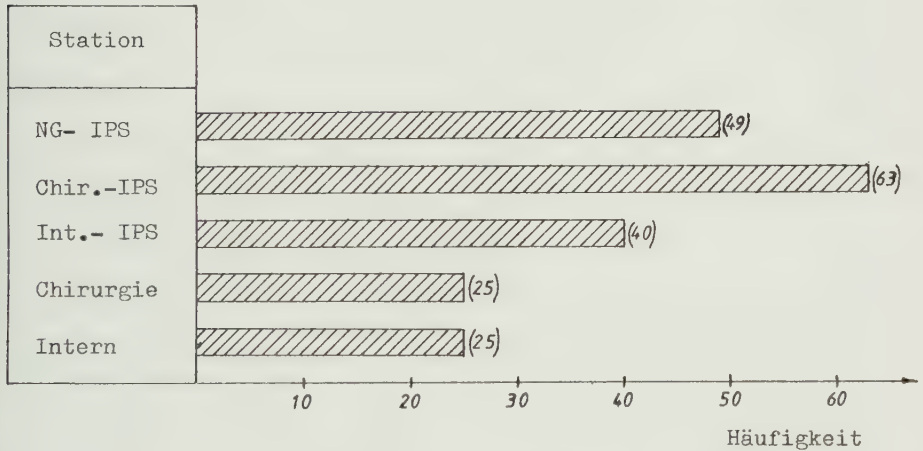


Abb.1 : Häufigkeitsverteilung der erfaßten Patienten auf die verschiedenen Krankenstationen. NG-IPS = Neugeborenen- Intensivpflegestation. n = ()

2.2. Grundkrankheiten der erfaßten Patienten

Bezüglich der Grundkrankheiten der Kinder ergibt sich ein breites Spektrum, das vom Atemnotsyndrom der Frühgeborenen über Blutgruppeninkompatibilitäten, Störungen im Verdauungstrakt und Mißbildungen verschiedener Art bis zu schweren Unfallverletzungen von Kindern im Schulalter reicht und zusammen mit der Altersverteilung des Krankengutes in Tabelle 1 verdeutlicht wird. Bei 61% der Kinder handelt es sich um männliche Patienten, 39% sind weiblichen Geschlechts.

Art der Erkrankungen	Frühgeborene < 37 SSW	Reife Neugeborene 1.-4. Woche	Säuglinge 2.-12. Monat	Kleinkinder 2.-6. Jahr	Schulkinder > 6. Jahr	n
Infektionen	1	1	6	8	10	26
Blutkrankheiten	1	9	1	1	2	14
Herz-Kreislauf	-	2	-	4	4	10
Atemsystem	2	-	2	2	4	10
Verdauungstrakt	2	10	15	2	5	34
Nieren, Harnwege	-	-	1	4	5	10
RDS/Asphyxie	16	4	-	-	-	20
Endokrinium	-	-	-	1	-	1
Psychosomatik	-	-	-	-	2	2
ZNS	-	4	1	2	-	7
Tumoren	-	-	-	4	4	8
Verbrenn./Verbrüh.	-	-	1	3	2	6
Mißbildungen	-	6	7	5	2	20
Unfälle	-	1	-	7	17	25
Verschiedene	5	-	-	-	4	9
n	27	37	34	43	61	202

Tabelle 1: Krankengut im Erfassungszeitraum von Mitte Juni 1975 bis Mitte April 1976 mit Art der Erkrankungen und Altersverteilung der Patienten. (SSW = Schwangerschaftswoche)

2.3. Ermittlung der personellen und klinischen Daten der Patienten

Die Erfassung der personellen und klinischen Daten der Patienten erstreckt sich über einen Zeitraum von zehn Monaten; von Mitte Juni 1975 bis Mitte April 1976.

Dazu wurden die Laborblätter des Bakteriologischen Labors aus dem genannten Zeitabschnitt überprüft, um die personellen Daten jener Patienten zu erhalten, deren Venen- oder Arterienkatheter unmittelbar nach dem Entfernen aus dem Blutgefäß zur bakteriologischen Untersuchung kam. Anhand der Personaldaten konnte im Zentralarchiv der Kinderklinik in die Krankengeschichten der betreffenden Patienten eingesehen werden und die zur Arbeit nötigen Daten ermittelt werden.

Neben der Grundkrankheit des Patienten, der Lokalisation der Katheterinsertion, der intravasalen Lage der Katheterspitze, dem bakteriologischen Befund des Katheters, der Perfusion des Katheters mit Antibiotika und der Verweildauer des Katheters waren die Anzeichen von infektiösen Komplikationen, die durch einen mikrobiell kolonisierten Katheter verursacht wurden, von besonderem Interesse.

2.4. Definition der Begriffe Kolonisation und katheterinduzierte Infektion

Der bakteriologisch positive Befund, die Besiedlung des Katheters mit Bakterien oder Pilzen, wird als Kolonisation bezeichnet. Ausgehend von dieser lokal begrenzten und häufig symptomlos verlaufenden mikrobiellen Kolonisation der Katheterspitze können sich infektiöse Komplikationen entwickeln, die sich oft, noch lokal begrenzt, mit einer Thrombophlebitis, aber auch systemisch mit einer Bakteriämie, teils mit, teils ohne klinische Symptome und lebensbedrohlicher Kathetersepsis manifestieren.

2.5. Beurteilungskriterien für katheterinduzierte Infektionen

Falls ein anderer Fokus als Ursache derartiger lokaler oder systemischer Infektionen ausgeschlossen werden kann, gelten folgende beobachtete Kriterien für den Nachweis von katheterinduzierten Infektionen:

1. Klinische Kriterien: (K)

- a) Fieber
- b) Thrombophlebitis
- c) Tachykardie

2. Bakteriologische Kriterien: (B)

- a) bakteriologisch positiver Befund an der Katheterspitze
- b) positive Blutkultur mit dem gleichen Keim wie an der Katheterspitze

3. Hämatologische Kriterien: (H)

- a) Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung
- b) Thrombozytensturz

Bildeten sich die genannten Infektionssymptome bei Patienten ohne Chemotherapie und besonders bei Patienten, die vorher einer Chemotherapie schlecht zugänglich waren, nach Entfernung des Katheters rasch zurück, so war damit der Nachweis erbracht, daß der kolonisierte Katheter kausal für die Infektion verantwortlich war.

2.6. Insertion und Entfernung der Katheter

Die Insertion der verwendeten Plastikkatheter erfolgte größtenteils perkutan mittels Punktion einer oberflächlichen Vene mit einer scharfen Kanüle durch die der Katheter in das Blutgefäß geschoben werden konnte. Der kleinere Teil der Katheter wurde per Venae sectio einer tiefliegenden Vene gelegt.

Mehrere Perkutan- und Venae sectio- Katheter reichten als sogenannte Zentralkatheter, im Gegensatz zu den übrigen als periphere Venenkatheter bezeichneten Kathetern, mit ihrer Spitze bis in die Vena cava superior oder sogar bis zum rechten Herzen, wobei die genaue Lage jeweils röntgenologisch überprüft wurde.

Die Desinfektionsmaßnahmen vor der Katheterinsertion bestanden in einer Reinigung bzw. Besprühung des betreffenden Hautareals mit 70%- igem Alkohol, Merfen oder Kodan. Während der Verweildauer der Katheter wurde um die Insertionsstelle teilweise routinemäßig eine antimikrobiell wirksame Salbe aufgetragen. Die Häufigkeit des Verbandswechsels richtete sich jeweils nach den klinischen Gegebenheiten. Desinfektionsmaßnahmen vor dem Entfernen der Katheter, zur Verhinderung einer nachträglichen Kontamination der Katheterspitze, erfolgten ebenfalls nur teilweise auf den verschiedenen Stationen.

2.7. Bakteriologische Untersuchung der Katheter

Nach der Entfernung der Katheter aus dem Blutgefäß wurde deren Spitze in einer Länge von etwa 5cm mit einer sterilen Schere abgeschnitten, in ein steriles Glasröhrchen gegeben und zur bakte -

riologischen Untersuchung ins Labor geschickt. Die weitere Verarbeitung im Bakteriologischen Labor geschah folgendermaßen:
24 Stunden Bebrütungszeit der Katheterspitze in Thioglykolat, danach Ausstriche auf Blut- und Agarnährboden. Nach zwei Tagen Wachstumszeit konnte dann ein eventuelles bakteriologisch positives Ergebnis abgelesen werden.

3. Ergebnisse

3.1. Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der erfaßten Venen- und Arterienkatheter

Eine übersichtliche Zusammenfassung mit den Häufigkeiten der erfaßten Venen- und Arterienkatheter, der mikrobiellen Kolonisationsrate und der katheterinduzierten Infektionsrate zeigt Tabelle 2. Unter Kolonisationsrate wird hier das Verhältnis zwischen der Häufigkeit der kolonisierten Katheter und der Gesamtzahl der Katheter in einer bestimmten Kathetergruppe verstanden. Durch Multiplikation mit 100 erhält man die Kolonisationsrate in Prozent. Für die katheterinduzierte Infektionsrate gilt der analoge Sachverhalt.

	Katheter				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Gesamte Venenkatheter	133	35	21%	168	7	3	1	1	2	14	8,5%
Nabelvenen-katheter	22	4	15%	26	1	-	-	-	-	1	4%
Nabelarterien-katheter	7	1	13%	8	-	1	-	-	-	1	13%
n	162	40	20%	202	8	4	1	1	2	16	8%

Tabelle 2: Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der Extremitätenvenen-, Jugularis-, Subclavia- und Femoralkatheter (zusammengefaßt in der Gruppe "Gesamte Venenkatheter"), Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose-Leukopenie- Linksverschiebung,
Thrombozytensturz

Die Katheter lagen bei 40,5% (26 Patienten) aller Frühgeborenen und reifen Neugeborenen in der Nabelvene, bei 12,5% (8 Patienten) derselben Altersgruppe in der Nabelarterie. Bei den restlichen 47% (30 Patienten) der Früh- und reifen Neugeborenen und allen Älteren Kindern, insgesamt 168 Patienten, handelte es sich im Gegensatz dazu um Venenkatheter, die in eine oberflächliche oder tiefliegende Vene der oberen bzw. unteren Extremitäten, die V. jugularis, V. subclavia oder V. femoralis gelegt wurden. Die vorliegenden Ergebnisse und die folgenden Ausführungen gelten vor allem für diese Kathetergruppen, während die Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter aufgrund ihrer geringen Anzahl weitgehend unberücksichtigt bleiben.

Von den 35 mit Bakterien oder Pilzen kolonisierten Venenkathetern waren 14 kausal für die Entstehung von Infektionen verantwortlich, deren Symptome sich klinisch (K), bakteriologisch (B), hämatologisch (H) oder in einer Kombination dieser drei Hauptkriterien manifestierten. Bei den vier kolonisierten Nabelvenenkathetern und dem einen kolonisierten Nabelarterienkatheter war dies jeweils einmal der Fall.

3.2. Absolute Häufigkeitsverteilung der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer

Die Entfernung der einzelnen Katheter aus der Vene und die anschließende bakteriologische Untersuchung erfolgte nicht nach einem bestimmten Zeitplan, sondern richtete sich ausschließlich nach den klinischen Erfordernissen des jeweiligen Patienten. Die sich daraus ergebende Häufigkeitsverteilung der gesamten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter, die nach einer bestimmten Verweildauer gezogen wurden, wird in Abb.2 in Form einer absoluten Häufigkeitsverteilung dargestellt.

Daraus ist ersichtlich, daß die absolute Häufigkeit der kolonisierten Katheter nur unwesentlich von der jeweiligen Häufigkeit der Katheter mit einer kürzeren oder längeren Verweildauer abhängt. Während die gesamten Venenkatheter nach einer eintägigen Verweildauer eine Häufigkeit von zwölf aufweisen, am dritten Tag ein Maximum von 29 durchlaufen und weiter bis zum zehnten Tag rasch auf sechs Katheter abfallen, bleibt die jeweilige Anzahl der kolonisierten Katheter relativ konstant und schwankt lediglich zwischen den Werten zwei und drei. Bei weiterem Absinken der Häufigkeit der Katheter nach längerer Verweildauer sinkt auch die Anzahl der kolonisierten Katheter, allerdings nicht im gleichen Ausmaß, so daß

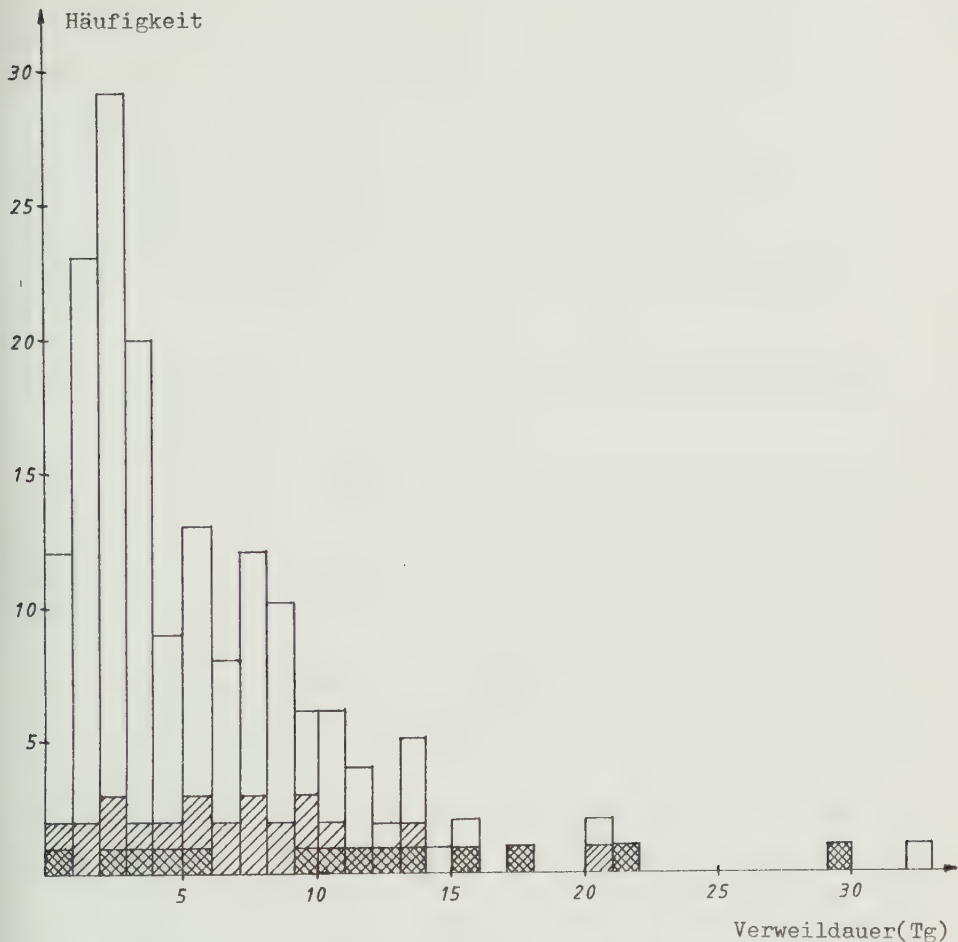


Abb. 2: Absolute Häufigkeitsverteilung der gesamten (□), kolonisierten (▨) und davon Infektionen verursachenden (▩) Venenkatheter. Die Höhe der Säulen von der Grundlinie gibt die Anzahl der Katheter an, die nach einer bestimmten Verweildauer gezogen wurden, kolonisiert waren und Infektionen verursachten.

Gesamte Venenkatheter : n = 168

Kolonisierte Katheter : n = 35

Davon mit Infektionen : n = 14

sich die Höhe der beiden Säulendiagramme einander annähert und schließlich, bei sehr langer Verweildauer der Katheter, ineinander übergeht und folglich die Anzahl der jeweils liegenden Katheter gleich der Anzahl der kolonisierten Katheter ist, also eine Kolonisationsrate von $1/1$, das heißt "100%", erreicht wird.

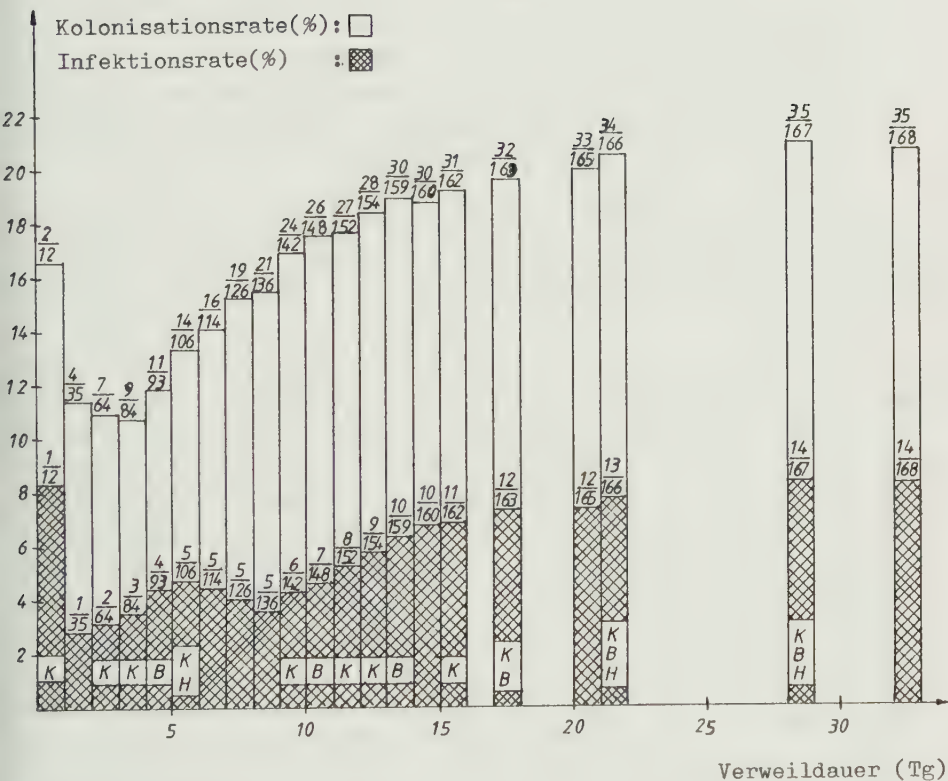
Der gleiche Sachverhalt gilt auch für die katheterinduzierte Infektionsrate, wobei jedoch die absolute Häufigkeit der kolonisierten Katheter, die Infektionen verursachen, sowohl bei kurzer als auch bei langer Verweildauer konstant bleibt und nie den Wert von eins übersteigt.

3.3. Kumulierte Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter

Die Charakteristik der Häufigkeitsverteilung der gesamten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter erklärt auch die Entwicklung der kumulierten Kolonisations- und Infektionsrate im Verlauf der Verweildauer, wie sie Abb.3 zeigt. Ausgehend von der Häufigkeit der kolonisierten, Infektionen verursachenden und gesamten Venenkatheter bei einer Verweildauer von einem Tag und der Berechnung der dazu gehörenden Kolonisations- und Infektionsrate werden die entsprechenden Häufigkeiten des nächsten Tages addiert und wiederum die Kolonisations- und Infektionsrate bestimmt, so daß man für jeden Tag der Verweildauer die kumulierten Werte erhält.

Während nach einer Verweildauer von einem Tag zwischen kolonisierten und gesamten Kathetern ein Verhältnis von $2/12$ besteht, steigt die Häufigkeit der gezogenen Katheter in den folgenden Tagen steil an, bei gleichzeitig etwa gleichbleibender Häufigkeit der kolonisierten Katheter, so daß die kumulierte Verhältniszahl am zweiten Tag $4/35$, am dritten Tag $7/64$ und am vierten Tag $9/84$ beträgt, was einer Abnahme der Kolonisationsrate bis zum vierten Tag entspricht. Bei längerer Verweildauer sinkt, wie schon erwähnt, die Anzahl der gezogenen Katheter rascher als die Häufigkeit der kolonisierten Katheter, so daß die Kolonisationsrate wieder ansteigt. Am ersten Tag der Verweildauer liegt die Kolonisationsrate demnach relativ hoch bei $1/6$, also "16%", sinkt dann bis zum vierten Tag auf unter "11%" ab, um schließlich bei länger werdender Verweildauer kontinuierlich auf die bei diesem Kathetermaterial ermittelte Höchststrate von 21% anzusteigen.

Für die kumulierte katheterinduzierte Infektionsrate gelten ähnliche Verhältnisse und sie zeigt folglich auch einen entsprechen-



Verweildauer (Tg)

Abb. 3: Kumulierte Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich **langen** Verweildauer gezogen wurden. Zahlen über den Säulen: n kolonisiert bzw. mit Infektionen/n gesamt.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose-Leukopenie-Linksverschiebung,

Thrombozytensturz

den Verlauf. Während bis zu einer Verweildauer von vier Tagen nur klinische Infektionssymptome, wie Fieber oder Tachykardie, beobachtet werden, erscheint am fünften Tag die erste Bakteriämie und am sechsten Tag sowohl klinische als auch hämatologische Symptome, in diesem Fall eine Leukozytose. Jeweils am elften und vierzehnten Tag treten wiederum Bakteriämien auf. Nach einer Verweildauer von 18 Tagen erscheinen klinische und bakteriologische Anzeichen einer Infektion zusammen. Klinische, bakteriologische und hämatologische Infektionssymptome treten bei Kathetern mit besonders langer Verweildauer von 22 und 29 Tagen auf.

3.4. Mikrobielle Kolonisationsrate und katheterinduzierte Infektionsrate der Venenkatheter in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze

Die weitere Aufschlüsselung der 168 Venenkatheter hinsichtlich der Lokalisation der Katheterinsertion, der Insertionsart und der Lage der Katheterspitze führte zu einer Verteilung der Katheter mit den entsprechenden Kolonisations- und Infektionsraten wie sie in den Tabellen 3 und 4 dargestellt werden.

Als Armvenenkatheter wurden jene Katheter eingestuft, deren Insertionsstelle sich entweder an der Hand, Unterarm, Ellenbeuge oder Oberarm befand. Entsprechend waren Beinvenenkatheter alle jene Katheter, deren Insertionsstelle am Fuß, Unterschenkel und Oberschenkel lag, mit Ausnahme der Femoraliskatheter, die in einer eigenen Gruppe zusammengefaßt wurden.

Die genaue Lokalisation und die Insertionsart von dreizehn Kathetern konnten aus den jeweiligen Krankengeschichten nicht ermittelt werden und bilden deshalb ebenfalls eine selbständige Gruppe.

Bei 120 Kathetern erfolgte die Insertion perkutan, wie bereits beschrieben, und 35 wurden per Venae sectio gelegt.

Die 20 Zentralkatheter setzen sich aus siebzehn Perkutan- und drei Venae sectio- Kathetern zusammen.

3.4.1. Statistische Auswertung der Kolonisationshäufigkeiten

Für die statistische Auswertung der ermittelten Kolonisationshäufigkeiten in den verschiedenen Kathetergruppen gilt die Arbeitshypothese, daß die Verteilung der Keime auf die Venenkatheter gleichmäßig und unabhängig von der Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und der Lage der Katheterspitze erfolgt. Die Überprüfung dieser Hypothese wird mit dem χ^2 - Test durch -

geführt. Dazu müssen jeweils die Femoralis- und Beinvenenkatheter bzw. die Subclavia- und Jugulariskatheter zu einer Gruppe zusammengefaßt werden, damit eine ausreichend große Fallzahl von wenigstens fünf Kathetern in jeder Klasse für die Durchführung dieses Testverfahrens gebildet werden kann. Die Katheter mit unbekannter Lokalisation werden in den Test nicht mit einbezogen.

Folgende Testvoraussetzungen sind gegeben:

Irtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranken: 5,995 bei zwei Freiheitsgraden

3,841 bei einem Freiheitsgrad

Lokalisation der Katheter	Katheter				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Armvenen	68	14	„17%“	82	1	1	-	1	1	4	„5%“
Beinvenen	25	4	„14%“	29	1	1	-	-	-	2	„7%“
V. subclavia	6	3	„33%“	9	-	-	-	-	-	-	-
V. femoralis	1	3	„75%“	4	2	-	-	-	-	2	„50%“
V. jugularis	25	6	„19%“	31	1	-	1	-	1	3	„10%“
unbekannte Lokalisation	8	5	„38%“	13	2	1	-	-	-	3	„23%“
n	133	35	21%	168	7	3	1	1	2	14	8,5%

Tabelle 3: Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venen-katheter in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion.
Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose-Leukopenie-Linksverschiebung,
Thrombozytensturz

Insertionsart und Lage der Katheterspitze	Katheter				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Perkutankath.	100	20	17%	120	2	1	1	-	1	5	4%
Venae sectio- Katheter	25	10	„29%“	35	3	1	-	1	1	6	„17%“
n	125	30	19%	155	5	2	1	1	2	11	7%
Zentral- katheter	13	7	„35%“	20	1	-	1	1	2	5	„25%“
Periphere Katheter	112	23	17%	135	4	2	-	-	-	6	4,5%
n	125	30	19%	155	5	2	1	1	2	11	7%

Tabelle 4: Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venen-
katheter in Abhängigkeit von der Insertionsart der Katheter und der
Lage der Katheterspitze.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose-Leukopenie-Linksverschiebung,
Thrombozytensturz

Errechnete χ^2 - Werte:

1. Kolonisationshäufigkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation
der Katheterinsertion (bei zwei Freiheitsgraden): 0,718
2. Kolonisationshäufigkeit in Abhängigkeit von der Insertionsart
der Katheter (bei einem Freiheitsgrad): 2,09
3. Kolonisationshäufigkeit in Abhängigkeit von der Lage der Ka-
theterspitze (bei einem Freiheitsgrad): 3,242

Da die errechneten χ^2 - Werte jeweils unter den Signifikanzschran-
ken von 5,991 bzw. 3,841 liegen, muß die Arbeitshypothese beibe-
halten werden. Das heißt, daß bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit
von 5% die Häufigkeiten der kolonisierten Venenkatheter in den
zum Test zusammengefaßten Gruppen keine signifikanten Unterschie-
de aufweisen und folglich unabhängig von der Lokalisation der Ka-
theterinsertion, der Insertionsart und der Lage der Katheter -
spitze sind.

3.4.2. Statistische Auswertung der katheterinduzierten Infektionshäufigkeiten

Eine statistische Auswertung der Infektionshäufigkeiten mit dem χ^2 - Test in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion ist aufgrund der geringen Fallzahl, wie Tabelle 3 zeigt, nur durchführbar, wenn dafür jeweils die Bein- und Armvenenkatheter bzw. die Jugularis- und Femoraliskatheter zu einer Gruppe zusammengefaßt werden.

Bei den Perkutan-, Venae sectio-, Zentral- und peripheren Kathetern ist im Gegensatz dazu eine statistische Auswertung der unterschiedlichen Infektionshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Insertionsart und der Lage der Katheterspitze mit dem χ^2 - Test ohne weiteres möglich, da bei diesen Kathetergruppen die Anzahl der Infektionen verursachenden Katheter in jeder Klasse stets mindestens fünf beträgt.

Folgende Testvoraussetzungen sind gegeben:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 3,841 bei einem Freiheitsgrad

Errechnete χ^2 - Werte:

1. Infektionshäufigkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion: 1,997
2. Infektionshäufigkeit in Abhängigkeit von der Insertionsart der Katheter (Perkutan- und Venae sectio- Katheter): 6,73
3. Infektionshäufigkeit in Abhängigkeit von der Lage der Katheterspitze (Zentral- und periphere Katheter): 9,298

Der errechnete χ^2 - Wert für die Infektionshäufigkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion liegt deutlich unter der χ^2 - Signifikanzschranke. Das bedeutet, daß die Häufigkeit der auftretenden Infektionen in diesen Kathetergruppen unabhängig von der Lokalisation der Katheterinsertion ist.

Bei der Prüfung der Infektionshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Insertionsart und der Lage der Katheterspitze liegt der errechnete χ^2 - Wert jeweils weit über der χ^2 - Signifikanzschranke. Die Infektionshäufigkeit bei der Anwendung von Perkutan- und peripheren Kathetern liegt folglich signifikant niedriger als bei Venae sectio- bzw. Zentralkathetern.

3.5. Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter

Abb.4.a) und b) zeigen eine Gegenüberstellung der mittleren Verweildauer der verschiedenen Kathetergruppen mit ihren nicht kolonisier-

ten, kolonisierten und auch jenen Kathetern, die Infektionen nach sich ziehen. Daraus ist ersichtlich, daß die meisten kolonisierten und vor allem die Infektionen verursachenden Venenkatheter eine deutlich längere mittlere intravasale Verweildauer aufweisen als die nicht kolonisierten Katheter.

Lediglich bei den Beinvenenkathetern, die Infektionen nach sich ziehen, liegt die mittlere Verweildauer niedriger als bei den kolonisierten und auch nicht kolonisierten Beinvenenkathetern.

Die mittlere Verweildauer der kolonisierten und Infektionen induzierenden peripheren Venenkatheter ist gleich lang; sie liegt aber doch um zwei Tage höher als die der nicht kolonisierten peripheren Katheter.

Im Durchschnitt verschiebt sich die mittlere Verweildauer der Katheter, die Infektionen verursachen, gegenüber den kolonisierten Kathetern ohne katheterinduzierte Infektionen um etwa drei Tage nach oben. Beim Vergleich mit den nicht kolonisierten Kathetern beträgt diese Differenz im Durchschnitt sogar knapp über sechs Tage, während der Unterschied zwischen kolonisierten und nicht kolonisierten Kathetern lediglich etwa 3,5 Tage beträgt.

Auch zwischen den verschiedenen Kathetergruppen bestehen zum Teil

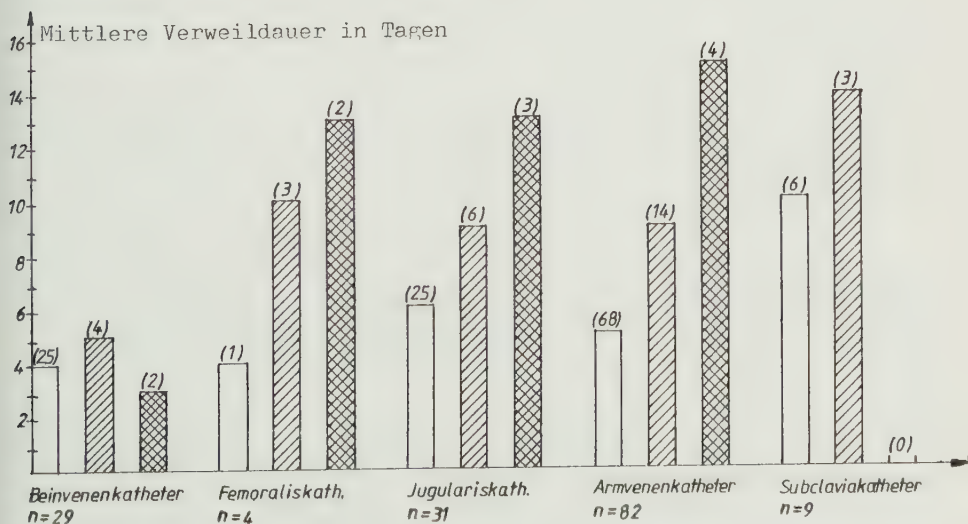


Abb.4.a): Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten(□), der kolonisierten(▨) und der davon Infektionen verursachenden(▩) Venenkatheter bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion. n = ()

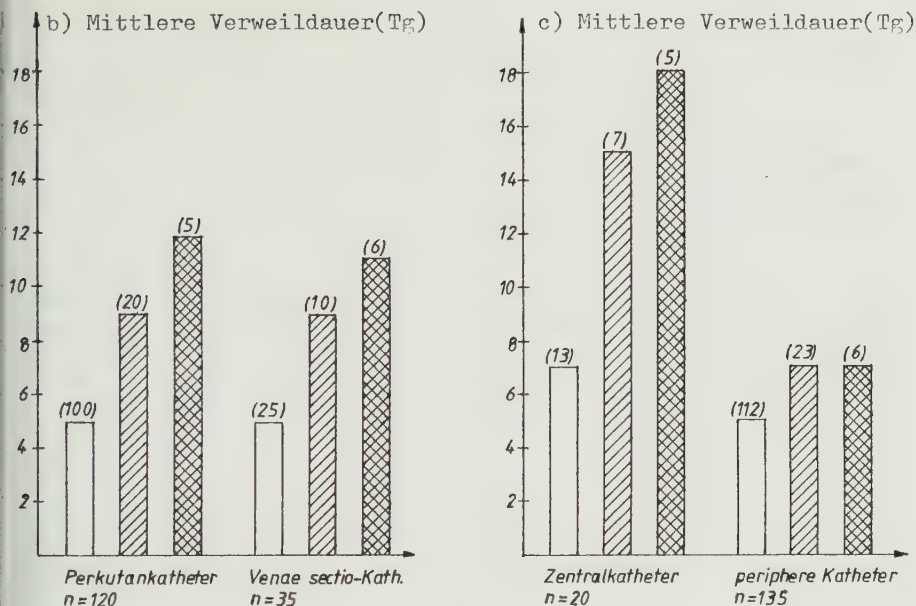


Abb.4.b) und c): Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten(□), der kolonisierten(▨) und der davon Infektionen verursachenden(▩) Venenkatheter bei verschiedener Insertionsart(b) und Lage der Katheterspitze(c). n = ()

erhebliche Unterschiede bezüglich der mittleren Verweildauer der kolonisierten und Infektionen verursachenden Katheter. Diese Unterschiede müssen später noch im Zusammenhang mit den jeweiligen Kolonisations- und Infektionsraten und deren Vergleichbarkeit im χ^2 - Test näher betrachtet und diskutiert werden.

3.6. Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden

Die folgenden Ausführungen stellen den prozentualen Anteil der kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter dar, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden. Die Bezeichnung prozentualer Anteil bezieht sich hierbei auf die Anzahl der jeweils nach einer bestimmten Verweildauer kolonisierten bzw. Infektionen verursachenden Katheter zur Gesamtzahl der nach dieser bestimmten Verweildauer gezogenen Katheter.

Abb.5 zeigt als Säulendiagramm für die gesamten Venenkatheter diese

Verhältniszahlen, die jeweils über den Säulen angegeben sind. Die Gesamthöhe jeder Säule kennzeichnet die jeweilige Kolonisationsrate nach einer bestimmten Verweildauer, während durch die schraffierten Anteile die katheterinduzierten Infektionsraten repräsentiert werden. Die Buchstaben K, B und H geben außerdem noch an, ob die Infektion durch klinische, bakteriologische, hämatologische oder eine Kombination dieser drei Kriterien charakterisiert wird.

Nach einer eintägigen Verweildauer der Katheter beträgt die Kolonisationsrate $\frac{1}{6}$, sinkt dann ab und bleibt bis zum vierten Tag auf etwa $\frac{1}{10}$ beschränkt, steigt danach aber rasch an, erreicht nach zehn Tagen bereits $\frac{1}{2}$ und nach 18 Tagen erstmals $\frac{1}{1}$, also "100%", ebenso nach 22 und 29 Tagen.



Abb.5: Prozentualer Anteil der kolonisierten(□) und davon Infektionen verursachenden(▨) Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden. n=168; Zahlen über den Säulen: n kolonisiert bzw. mit Infektionen/n gesamt. Beobachtete Infektionssymptome: K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis
B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter
H = Hämatologisch: Leukozytose- Leukopenie- Linksverschiebung, Thrombozytensturz

Die katheterinduzierte Infektionsrate verhält sich ähnlich wie die Kolonisationsrate, wie aus der Abb.5 zu ersehen ist. Nach dem 11. Tag der Verweildauer sind beide nahezu identisch, was bedeutet, daß fast jeder kolonisierte Katheter zugleich auch eine Infektion hervorruft.

3.6.1. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion

Die Aufteilung der gesamten Venenkatheter in verschiedene Gruppen, abhängig von der Lokalisation der Katheterinsertion, mit dem je - weiligen absoluten Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Katheter nach einer unterschiedlich langen Verweildauer wird in den folgenden Tabellen und Ausführungen dargestellt.

Bei den Armvenenkathetern (Tab.5) verläuft die Kolonisationshäufigkeit ähnlich wie bei den gesamten Venenkathetern. Nach einer Verweildauer von einem Tag liegt sie bei $1/5$, fällt bis zum dritten Tag auf $1/18$ und erreicht bereits am 14. Tag ein Verhältnis von $2/2$, nach einer Verweildauer von 18 und 22 Tagen jeweils ein Verhältnis von $1/1$.

Zwischen dem ersten und vierzehnten Tag der Verweildauer erscheinen lediglich am vierten Tag klinische Infektionssymptome, am 14. Tag eine Bakteriämie und dann, in rascherer Folge, klinische und bakteriologische Symptome am 18. Tag und alle drei Hauptkriterien einer katheterinduzierten Infektion, also klinische, bakteriologische und hämatologische Symptome am 22.Tag.

Jugulariskatheter (Tab.5) zeigen nach drei Tagen klinische, nach sechs Tagen klinische und hämatologische und nach 29 Tagen zusätzlich auch bakteriologische Symptome einer Infektion.

Subclaviakatheter (Tab.6) mit einer kürzeren Verweildauer als drei Tage wurden während des genannten Erfassungszeitraumes nicht gefunden. Vom vierten bis zum neunten Tag sind keine Katheter kolonisiert und diejenigen der kolonisierten Katheter mit einer längeren Verweildauer entwickeln, wie bereits erwähnt, keinerlei Infektionssymptome.

Femoraliskatheter (Tab.6) traten erst nach einer Verweildauer von mehr als drei Tagen auf. Sie haben entsprechend ihrer hohen Kolonisationsrate von $3/4$ auch eine hohe Infektionsrate von $1/2$. Doch beschränken sich die Infektionssymptome nach einer Verweildauer von 12 bzw. 13 Tagen jeweils nur auf klinische Merkmale.

Lokalisation der Katheter	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																													n		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30	
Armvenen - katheter n = 82	nicht kolonisiert	4	14	17	7	2	6	2	5	4	1	1	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
	kolonisiert	1	1	1	1	-	1	2	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
	mit Infektionen	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	Infektions- symptome	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	K	-	B	-	H	-	-	-	-	-
Jugularis- katheter n = 31	nicht kolonisiert	1	1	5	2	3	2	3	2	2	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
	kolonisiert	-	1	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6
	mit Infektionen	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3
	Infektions- symptome	-	-	K	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	B	H

Tabelle 5: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachen - den Armvenen - und Jugulariskatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wur - den. K, B, H, geben an, ob klinische, bakteriologische oder hämatologische Infektionssymptome vorlagen.

Lokalisation der Katheter	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																n														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Subclavia- katheter n = 9	nicht kolonisiert	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
	kolonisiert	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
	mit Infektionen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Infektionssymptome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Femoralis- katheter n = 4	nicht kolonisiert	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
	kolonisiert	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
	mit Infektionen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
	Infektionssymptome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Beinvenen- katheter n = 29	nicht kolonisiert	4	5	3	5	2	2	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	
	kolonisiert	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
	mit Infektionen	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
	Infektionssymptome	K	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabelle 6: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Subclavia-, Femoralis- und Beinvenenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden. K, B, H, geben an, ob klinische, bakteriologische oder hämatologische Infektionssymptome vorlagen.

Bei Beinvenenkathetern (Tab.6) beginnt die Katheterkolonisation bereits relativ früh und dementsprechend entwickeln sich die katheterinduzierten Infektionen schon nach kurzer Verweildauer. Bereits nach einer eintägigen Verweildauer treten klinische und nach fünf Tagen bakteriologische Anzeichen einer Infektion auf. Beinvenenkatheter mit einer längeren Verweildauer als 12 Tage treten bei dem untersuchten Kathetermaterial nicht auf.

Die Venenkatheter unbekannter Lokalisation mit ihren Kolonisations- und Infektionsraten werden nicht näher dargestellt. Der Vollständigkeit halber sei jedoch erwähnt, daß sich in dieser Kathetergruppe nach einer Verweildauer von zehn Tagen einmal klinische, nach elf Tagen einmal bakteriologische und nach sechzehn Tagen einmal klinische Infektionssymptome nachweisen lassen.

3.6.2. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer in Abhängigkeit von der Insertionsart der Katheter

Untersucht man die gesamten Venenkatheter in bezug auf die Insertionsart so ergeben sich zwischen Perkutan- und Venae sectio- Kathetern hinsichtlich der Kolonisations- und Infektionshäufigkeit und vor allem dem zeitlichen Auftreten der katheterinduzierten Infektionen die folgenden Ergebnisse.

Bei Perkutankathetern (Tab.7) verläuft die Steigerung der Kolonisationsrate nicht so rasch wie bei den bisher besprochenen Kathetergruppen und erreicht erst nach einer Verweildauer von 22 Tagen ein Verhältnis von 1/1, also die "100%" Grenze. Vom ersten bis zum dritten Tag der Verweildauer erscheinen keine Infektionssymptome irgendeiner Art. Am vierten Tag treten klinische, am sechsten Tag klinische und hämatologische Merkmale einer Infektion auf. Am 13. und 14. Tag zeigen sich klinische bzw. bakteriologische Symptome und am 22. Tag schließlich wiederum alle drei Kriterien einer katheterinduzierten Infektion.

Bei Venae sectio- Kathetern (Tab.7) entwickelt sich die Kolonisationsrate im Verlauf der Verweildauer wesentlich rascher und erreicht bereits nach fünf Tagen erstmals ein Verhältnis von 1/1 und damit "100%". Dementsprechend beginnt die katheterinduzierte infektiöse Symptomatik schon während der ersten Tage der Verweildauer. Nach einem Tag bzw. drei Tagen werden jeweils Infektionen mit klinischen Merkmalen beobachtet, am fünften Tag eine Bakteriämie, nach zwölf Tagen klinische Symptome, am 18. Tag klinische und bakteriologische und am 29. Tag alle drei Infektionssymptome.

Insertionsart bzw. Lage der Katheterspitze	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																												n			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30	31
Perkutan- katheter n = 120	nicht kolonisiert	8	16	20	12	7	5	6	8	5	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	
	kolonisiert	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	
	mit Infektionen	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
	Infektionssymptome	-	-	-	K	-	K	-	H	-	-	-	-	-	K	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venae sectio- Katheter n = 35	nicht kolonisiert	1	4	5	4	-	5	-	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
	kolonisiert	1	1	2	-	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	10
	mit Infektionen	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	6
	Infektionssymptome	K	-	K	-	B	-	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	-	B	-
Zentral- katheter n = 20	nicht kolonisiert	-	-	2	2	3	1	1	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	kolonisiert	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	7
	mit Infektionen	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	5
	Infektionssymptome	-	-	-	-	-	K	-	-	H	-	-	-	-	-	K	-	-	-	K	-	-	-	K	-	-	-	-	-	K	-	B	-

Tabelle 7: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Perkutan-, Venae- sectio- und Zentralkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden. K, B, H, geben an, ob klinische, bakteriologische oder hämatologische Infektionssymptome vorlagen.

3.6.3. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit unterschiedlich langer Verweildauer in Abhängigkeit von der Lage der Katheterspitze

Zentrale Venenkatheter (Tab.7) mit einer Verweildauer von einem Tag bzw. zwei Tagen kommen nicht vor. Vom dritten bis zum fünften Tag sind keine Katheter kolonisiert. Danach rufen fast alle kolonisierten Katheter Infektionen hervor. Am sechsten Tag tritt erstmals Kolonisation und zugleich Infektion mit klinischen und hämatologischen Symptomen auf. Rein klinische Infektionszeichen zeigen sich lediglich am 13. Tag. Später, am 18. Tag, erscheinen wiederum klinische Anzeichen einer Infektion gepaart mit einer Bakteriämie. Bei einer Verweildauer von jeweils 22 und 29 Tagen verursachen die Katheter Infektionen mit klinischen, bakteriologischen und hämatologischen Symptomen.

3.7. Regressionsanalyse bei den gesamten Venenkathetern von der Verweildauer auf die Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate

Um eine quantitative Aussage über den Zusammenhang zwischen Verweildauer und Kolonisations- und katheterinduzierter Infektionsrate zu erhalten, wurde exemplarisch für alle Kathetergruppen bei den gesamten Venenkathetern eine Regressionsanalyse durchgeführt und die Regressionsgeraden von der Verweildauer auf die jeweilige Kolonisations- und Infektionsrate errechnet.

Abb.6 zeigt die entsprechenden Regressionsgeraden mit der dazu gehörenden Punktwolke. Die Gerade $Y_k = 3,3x + 0,67$ gibt die Regression von der Verweildauer auf die Kolonisationsrate wieder, während die Gerade $Y_i = 3,2x - 11$ die Regression von der Verweildauer auf die Infektionsrate darstellt. Der Regressionskoeffizient (=Steigung der Geraden) von 3,3 bzw. 3,2 bedeutet, daß bei einer Verlängerung der Verweildauer eines Katheters um einen Tag das Kolonisationsrisiko um 3,3% und das Infektionsrisiko um 3,2% zunimmt. Die beiden Geraden verlaufen also nahezu parallel, wobei die Regressionsgerade von der Verweildauer auf die Infektionsrate auf einem deutlich niedrigeren Niveau liegt.

↑ Kolonisationsrate(%) : □
 Infektionsrate(%) : ○
 - Regressionsgerade von Verweildauer auf Kolonisationsrate: $Y_k = 3,3x + 0,7$
 - Regressionsgerade von Verweildauer auf Infektionsrate : $Y_i = 3,2x - 11$

□

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

Verweildauer(Tg)

$$Y_k = 3,3x + 0,7$$

$$Y_i = 3,2x - 11$$

Abb. 6: Regressionsgeraden von der Verweildauer auf die mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden.

3.8. Mikrobielle Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotika - perfusion

Der übergeordnete Gesichtspunkt der folgenden Ausführungen liegt in der Abhängigkeit der mikrobiellen Kolonisation und der daraus resultierenden Infektionen von der Perfusion der Venenkatheter mit Antibiotika. Eine rein prophylaktische Perfusion der Katheter mit Antibiotika zur Verhinderung der mikrobiellen Kolonisation wurde nicht durchgeführt. Die systemische Anwendung von Antibiotika richtete sich vielmehr nach dem klinischen Zustand der Patienten und war folglich vor allem abhängig von der bestehenden Grundkrankheit, der Immunitätslage und bereits vorliegenden infektiösen Erkrankungen.

Insgesamt wurden 55% der Venenkatheter mit wirksamen Antibiotikarösungen perfundiert und deren Einfluß auf die Kolonisationsrate und Infektionsrate in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion, der Insertionsart, der Lage der Katheterspitze und der Verweildauer untersucht.

Tabelle 8 zeigt eine Gesamtübersicht mit den Häufigkeiten der mit bzw. ohne Antibiotika perfundierten Venenkatheter, den entsprechenden Kolonisationsraten und katheterinduzierten Infektionsraten.

Gesamte Venenkatheter	Katheter				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
ohne Antibiotika	55	21	„28%“	76	3	1	1		1	6	„8%“
mit Antibiotika	78	14	„15%“	92	4	2		1	1	8	„9%“
n	133	35	21%	168	7	3	1	1	2	14	8,5%

Tabelle 8: Vergleich der mikrobiellen Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung,
Thrombozytensturz

Bei der Kathetergruppe, die nicht mit Antibiotika perfundiert wurde, ergibt sich eine deutlich höhere Kolonisationsrate, während die katheterinduzierte Infektionsrate in beiden Gruppen nahezu gleich groß bleibt. Auch in der Symptomatik der katheterinduzierten Infektionen, das heißt, ob klinische, bakteriologische oder hämatologische Infektionssymptome vorliegen, ergeben sich in den Gruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion keine wesentlichen Unterschiede, wie aus Tabelle 8 zu ersehen ist.

Die Prüfung der beobachteten Kolonisationshäufigkeiten in den Gruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion auf einen signifikanten Unterschied erfolgt mit dem χ^2 - Test.

Folgende Testvoraussetzungen sind gegeben:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 3,841 bei einem Freiheitsgrad

Errechneter χ^2 - Wert : 3,633

Der errechnete χ^2 - Wert bleibt knapp unterhalb der tabellierten Signifikanzschranke. Das bedeutet, daß die unterschiedlichen Kolonisationshäufigkeiten der Venenkatheter in Abhängigkeit von der Perfusion mit bzw. ohne Antibiotika kein signifikantes Ausmaß annehmen.

3.8.1. Kumulierte Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion

Den unterschiedlichen Verlauf der kumulierten Kolonisations- und Infektionsrate bei den Venenkathetern mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion zeigt Abb.7. Der Zusammenhang zwischen der Häufigkeitsverteilung der gesamten und kolonisierten Katheter und der Entwicklung der kumulierten Kolonisations- und Infektionsrate wurde bereits an früherer Stelle dargestellt. Für die beiden Gruppen der gesamten Venenkatheter gelten folglich die gleichen Verhältnisse.

Nach einer anfangs relativ hohen Kolonisationsrate von $1/5$ und $1/7$ bei Venenkathetern mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion sinkt sie bei den ohne Antibiotika perfundierten Kathetern am zweiten Tag auf $2/22$ ab, um dann erst steil und später flacher bis zur endgültigen Höhe von $21/76$, also fast 28% anzusteigen. Die Kolonisationsrate der Kathetergruppe mit Antibiotika sinkt bis zum vierten Tag ebenfalls rasch auf $4/41$, steigt dann allerdings im weiteren Verlauf der Verweildauer sehr flach bis zur maximalen Kolonisationsrate von $14/92$, etwa 15% an.

Im Gegensatz zur kumulierten Kolonisationsrate der Venenkatheter

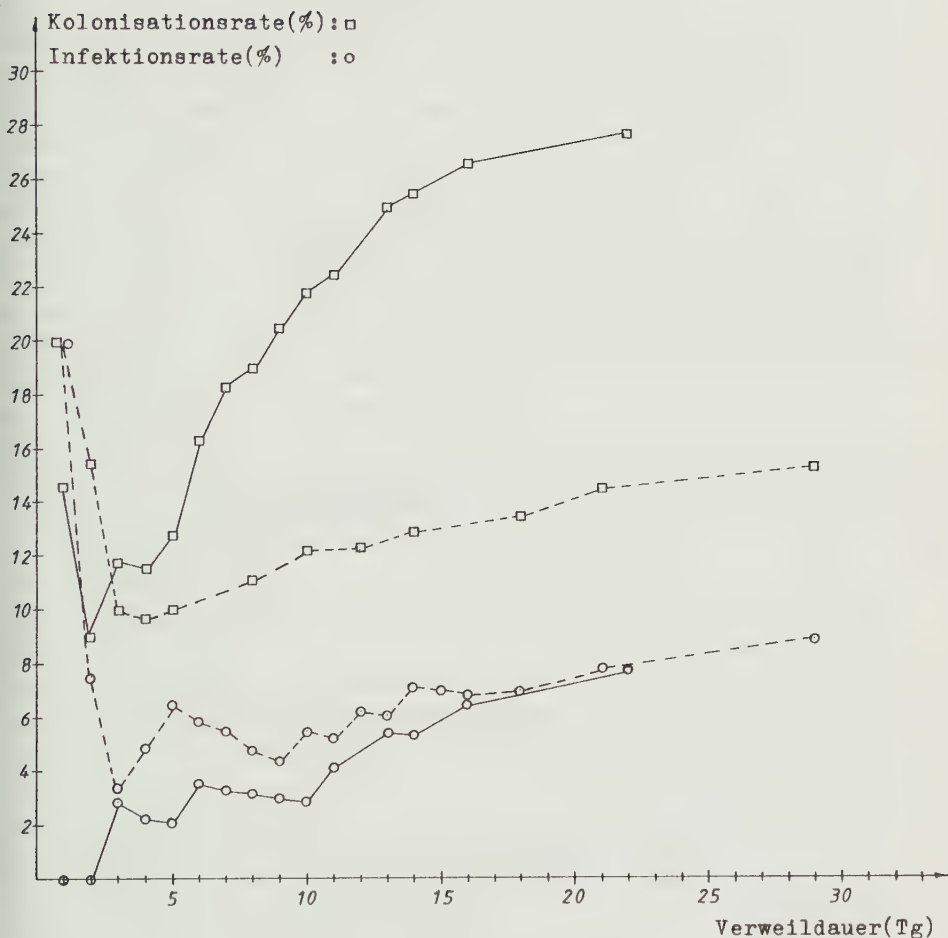


Abb.7: Kumulierte Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden.

Ohne Antibiotika: ——— Kolonisationsrate: $n = 21/76$ ("28%")
 Infektionsrate : $n = 6/76$ (" 8%")
 Mit Antibiotika: - - - - - Kolonisationsrate: $n = 14/92$ ("15%")
 Infektionsrate : $n = 8/92$ (" 9%")

in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika zeigt die kumulierte Infektionsrate im Verlauf der Verweildauer einen wesentlich anderen Verlauf, wie Abb.7 zeigt. Die anfangs hohe Infektionsrate von $1/5$ bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion sinkt bis zum dritten Tag der Verweildauer rasch auf $1/30$, um dann mehr oder weniger stetig bei längerer Verweildauer der Katheter auf $8/92$, also fast 9%, anzusteigen. Diejenigen Venenkatheter, die während ihrer intravasalen Verweildauer nicht mit Antibiotikallösungen perfundiert wurden, zeigen, abgesehen von den ersten beiden Tagen der Verweildauer, keinen grundsätzlichen Unterschied in der Entwicklung der kumulierten Infektionsrate gegenüber den Venenkathetern mit Antibiotikaperfusion und erreichen nach längerer Verweildauer mit einer langsam ansteigenden Infektionsrate bis $6/76$ mit etwa 8% nahezu den gleichen Wert wie die mit Antibiotika perfundierten Katheter.

3.8.2. Abhängigkeit der Kolonisations- und Infektionsrate von der Antibiotikaperfusion der Katheter bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze

Die Kolonisations- und Infektionsraten der Venenkatheter mit verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze in Abhängigkeit von der Perfusion mit bzw. ohne Antibiotika stellen zusammenfassend in einer Übersicht die Tabellen 9.a) und b) bzw. 10.a) und b) dar.

Wie die Tabellen zeigen, liegt die Kolonisationsrate der Katheter mit Antibiotikaperfusion bei allen Kathetergruppen, mit Ausnahme der Venae sectio- Katheter, mehr oder weniger niedriger als bei den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion. Die Venae sectio- Katheter mit Antibiotika weisen im Gegensatz dazu eine um fast 10% höhere Kolonisationsrate auf als die Gruppe ohne Antibiotikaperfusion.

Die Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion ergibt kein einheitliches Bild. Sie liegt bei den Kathetern ohne Antibiotika, je nach Kathetergruppe, teils höher, teils niedriger, als bei den Kathetern mit Antibiotikaaanwendung. Von den kolonisierten Beinvenenkathetern ohne Antibiotika entwickelt keiner infektiöse Symptome, während dies bei allen anderen Kathetergruppen, mit Ausnahme der Subclaviakatheter, wie bereits erwähnt, der Fall ist.



Lokalisation der Katheter	mit Antibiotika				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Armvenen	35	5	12,5%	40	1	1	—	1	—	3	7,5%
Beinvenen	14	2	12,5%	16	1	1	—	—	—	2	12,5%
V.jugularis	20	4	17%	24	—	—	—	—	1	1	4%
V.subclavia	4	1	20%	5	—	—	—	—	—	—	—
V.femoralis	1	1	50%	2	1	—	—	—	—	1	50%
unbekannte Lokalisation	4	1	20%	5	1	—	—	—	—	1	20%
n	78	14	15%	92	4	2		1	1	8	9%

Tabelle 9.a): Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit Antibiotikaperfusion bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

3.8.2.1. Statistische Auswertung der Kolonisationshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika

Die statistische Auswertung der beobachteten Häufigkeiten der Katheterkolonisation mit dem χ^2 - Test steht unter der Arbeitshypothese, daß die Häufigkeit der mikrobiellen Katheterkolonisation unabhängig von der Perfusion der Katheter mit Antibiotika erfolgt. Für die Beinvenen-, Jugularis-, Subclavia-, Femoralis- und Zen - tralkatheter ist der χ^2 - Test nicht anwendbar, weil der Erwartungswert in der Spalte der kolonisierten Katheter weniger als

Lokalisation der Katheter	ohne Antibiotika				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Armvenen	33	9	„21%“	42	—	—	—	—	1	1	„2,5%“
Beinvenen	11	2	„15%“	13	—	—	—	—	—	—	—
V.jugularis	5	2	„29%“	7	1	—	1	—	—	2	„29%“
V.subclavia	2	2	„50%“	4	—	—	—	—	—	—	—
V.femoralis	—	2	„100%“	2	1	—	—	—	—	1	„50%“
unbekannte Lokalisation	4	4	„50%“	8	1	1	—	—	—	2	„25%“
	55	21	„28%“	76	3	1	1	—	1	6	„8%“

Tabelle 9.b): Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter ohne Antibiotikaperfusion bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

fünf beträgt. Die Venenkatheter mit unbekannter Lokalisation der Katheterinsertion bleiben bei diesem Test unberücksichtigt.

Folgende Testvoraussetzungen sind gegeben:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 3,841 bei einem Freiheitsgrad

Errechnete χ^2 - Werte:

1. Armvenenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion: 1,337

2. Perkutankatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion: 5,856

3. Venae sectio- Katheter mit bzw. ohne Antibiotika : 0,560

Insertionsart, Lage der Katheterspitze	mit Antibiotika				Katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Perkutan- katheter	62	7	„10%“	69	1	1	—	—	—	2	„3%“
Venae sectio- Katheter	12	6	„33%“	18	2	1	—	1	1	5	„28%“
n	74	13	„15%“	87	3	2	—	1	1	7	„8%“
Zentral- katheter	8	3	„27%“	11	—	—	—	1	1	2	„18%“
periphere Katheter	66	10	„13%“	76	3	2	—	—	—	5	„6,5%“
n	74	13	„15%“	87	3	2	—	1	1	7	„8%“

Tabelle 10.a): Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit Antibiotikaperfusion bei verschiedener Insertionsart und Lage der Katheterspitze.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

Lediglich bei den Perkutankathetern überschreitet der errechnete χ^2 - Wert den χ^2 - Tabellenwert von 3,841. Das bedeutet, daß bei den Perkutankathetern mit Antibiotikaperfusion die Häufigkeit der kolonisierten Katheter signifikant niedriger liegt als bei Perkutankathetern ohne Antibiotikaperfusion. Die Arbeitshypothese, daß die Häufigkeit der mikrobiellen Katheterkolonisation unabhängig von der Perfusion der Katheter mit Antibiotika erfolgt, muß folglich im Falle der Perkutankatheter verworfen werden.

Bei den anderen Kathetergruppen hat die Perfusion der Katheter mit Antibiotika einen mehr oder weniger deutlichen aber keinen signifikanten Einfluß auf die Häufigkeit der mikrobiellen Kolonisation.

Die Auswertung der Infektionshäufigkeiten mit dem χ^2 - Test ist wegen der geringen Fallzahl in den einzelnen Gruppen nicht möglich.

Insertionsart, Lage der Katheterspitze	ohne Antibiotika				Katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Perkutan- katheter	38	13	25,5%	51	1	—	1	—	1	3	„6%“
Venae sectio- Katheter	13	4	24%“	17	1	—	—	—	—	1	„6%“
n	51	17	25%“	68	2	—	1	—	1	4	„6%“
Zentral- katheter	5	4	44,5%“	9	1	—	1	—	1	3	33%“
periphere Katheter	46	13	22%“	59	1	—	—	—	—	1	„2%“
n	51	17	25%“	68	2	—	1	—	1	4	„6%“

Tabelle 10.b): Mikrobielle Kolonisationsrate und Infektionsrate der Venenkatheter ohne Antibiotikaperfusion bei verschiedener Insertionsart und Lage der Katheterspitze.

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

3.8.3. Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten, kolonisierten und Infektionen verursachenden Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion

Tabelle 11 zeigt eine Gegenüberstellung der mittleren Verweildauer der nicht kolonisierten, kolonisierten und Infektionen hervorgerufenen Katheter in den verschiedenen Kathetergruppen, jeweils mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

Demnach liegt die mittlere Verweildauer der kolonisierten Katheter ohne Antibiotika fast durchwegs erheblich niedriger als bei den kolonisierten Kathetern mit Antibiotikaperfusion. Nur bei den Beinvenenkathetern liegen diese Verhältnisse umgekehrt; die kolonisierten Katheter mit Antibiotikaperfusion haben hier eine um vier Tage niedrigere mittlere Verweildauer. Die entsprechende Differenz der anderen kolonisierten Kathetergruppen mit bzw. ohne

Lokalisation, Insertionsart, Lage der Katheterspitze	Mittlere Verweildauer der Katheter in Tagen					
	mit Antibiotika			ohne Antibiotika		
	nicht kolonisiert	kolonisiert	mit Infektionen	nicht kolonisiert	kolonisiert	mit Infektionen
Beinvenen	5	3	3	4	7	-
Armvenen	6	10	12	4	8	22
V.jugularis	6	11	29	7	5	5
V.subclavia	11	21	-	8	11	-
V.femoralis	4	12	12	-	9	13
Insertionsart der Katheter						
Perkutan- katheter	6	9	9	4	9	14
Venae sectio- Katheter	6	12	13	4	4	3
Lage der Katheterspitze						
Zentral- katheter	6	19	24	7	12	14
Periphere Katheter	6	7	7	4	6	3

Tabelle 11: Mittlere Verweildauer der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

Antibiotikaperfusion reicht von einem Tag bei peripheren Kathetern über zwei Tage bei Armvenenkathetern, drei Tage bei Femoraliskathetern, sechs Tage bei Jugulariskathetern, sieben Tage bei Zentralkathetern, acht Tage bei Venae sectio- Kathetern bis zu zehn Tagen bei Subclaviakathetern. Die Perkutankatheter haben in beiden Gruppen eine gleiche mittlere Verweildauer von neun Tagen.

Die mittlere Verweildauer derjenigen kolonisierten Venenkatheter, die mehr oder weniger ernste infektiöse Komplikationen entwickeln, ergibt kein einheitliches Bild. Sie liegt bei den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion, je nach Kathetergruppe, teils höher, teils niedriger, als bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion. In der Kathetergruppe mit Antibiotika liegt die mittlere Verweildauer bei Armvenenkathetern um zehn Tage, bei Femoraliskathetern um einen Tag und bei Perkutankathetern um fünf Tage niedriger als in der Gruppe ohne Antibiotikaperfusion.

Dagegen liegt sie bei Jugulariskathetern mit Antibiotika um 24 Tage, bei Venae sectio- Kathetern und Zentralkathetern jeweils um zehn Tage und bei peripheren Kathetern um vier Tage höher als in der Gruppe ohne Antibiotika.

3.8.4. Mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden

Die Steigerung der Kolonisationsrate bei den Venenkathetern mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, die nach kurzer oder längerer Verweildauer gezogen wurden und insbesondere das zeitliche Auftreten von katheterinduzierten Infektionen mit unterschiedlicher Symptomatik stellen die folgenden Abbildungen und Ausführungen dar. Abb. 8.a) und b) zeigen diese Verhältnisse bei den gesamten Venenkathetern.

Nach einer eintägigen Verweildauer sinkt die Kolonisationsrate in beiden Gruppen, um danach unterschiedlich rasch bis auf $1/1$, also "100%", anzusteigen. In der Kathetergruppe mit Antibiotikaperfusion (Abb. 8.a) verläuft die Entwicklung der Kolonisationsrate wesentlich flacher und erreicht erst am 18. Tag der Verweildauer ein Verhältnis von $1/1$, während dies in der Gruppe ohne Antibiotikaperfusion (Abb. 8.b) bereits nach einer Verweildauer von zehn Tagen zutrifft.

Die katheterinduzierte Infektionsrate entwickelt sich in beiden Gruppen ähnlich wie die Kolonisationsrate und ist nach längerer Verweildauer mit dieser fast identisch. Die Verteilung der Infektionen mit klinischer, bakteriologischer und hämatologischer

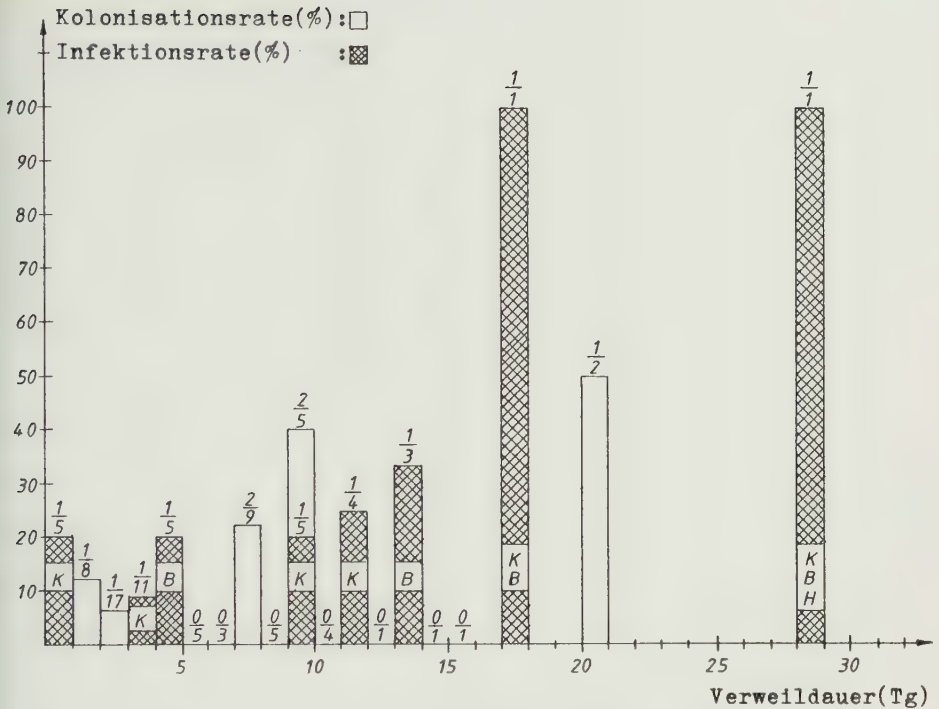


Abb.8.a): Prozentualer Anteil der kolonisierten und Infektionen verursachenden Venenkatheter mit Antibiotikaperfusion, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden. Zahlen über den Säulen: n kolonisiert bzw. mit Infektionen/n gesamt.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

Symptomatik oder einer Kombination dieser drei Infektionsmerkmale erfolgt ebenfalls nahezu gleichmäßig auf die beiden Kathetergruppen. In der Kathetergruppe ohne Antibiotikaperfusion tritt allerdings eine katheterinduzierte Infektion mit zweifacher Symptomatik, nämlich klinischer und hämatologischer Art, erstmals am sechsten Tag der Verweildauer auf, in der Gruppe mit Antibiotikaperfusion dagegen erst am 18. Tag.

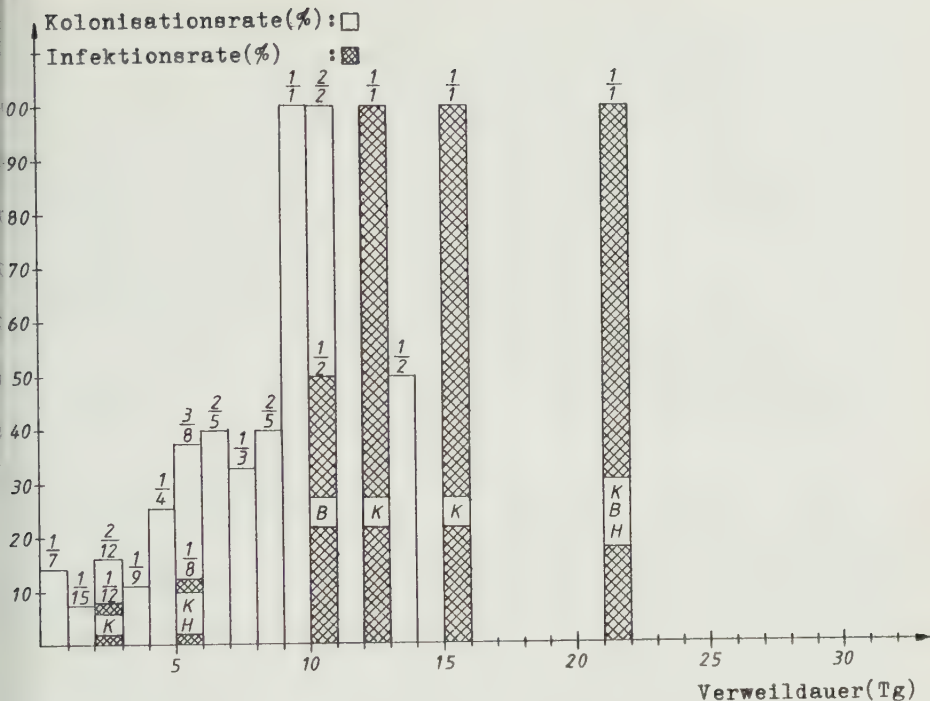


Abb.8.b): Prozentualer Anteil der kolonisierten und Infektionen verursachenden Venenkatheter ohne Antibiotikaperfusion, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden. Zahlen über den Säulen: n kolonisiert bzw. mit Infektionen/n gesamt.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

3.8.4.1. Kolonisationsrate und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotika, unterschiedlich langer Verweildauer und verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion

Bei isolierter Untersuchung der einzelnen Kathetergruppen bezüglich der Lokalisation der Katheterinsertion ergeben sich im zeitlichen Auftreten und der Verteilung der Infektionen mit bestimmter Symptomatik in Abhängigkeit von der Perfusion mit bzw. ohne Antibiotika folgende Ergebnisse.

Bei Armvenenkathetern (Tab.12), die nicht mit Antibiotikallösungen perfundiert wurden, tritt nur eine katheterinduzierte Infektion auf, allerdings mit klinischen, bakteriologischen und hämatologischen Symptomen und nach einer Verweildauer des betreffenden Katheters von 22 Tagen, während in der Gruppe der Armvenenkatheter mit Antibiotikaperfusion Infektionen mit klinischen, bakteriologischen und den beiden Symptomen zusammen anzutreffen sind, die auch wesentlich früher im Verlauf der Verweildauer auftreten.

Die Beinvenenkatheter (Tab.12), die schon nach kurzer Verweildauer von einem bzw. fünf Tagen Infektionen mit klinischen bzw. bakteriologischen Symptomen nach sich ziehen, befinden sich beide in der mit Antibiotika perfundierten Gruppe. Die kolonisierten Beinvenenkatheter ohne Perfusion mit Antibiotika entwickeln dagegen keine infektiösen Symptome.

Von den Jugulariskathetern (Tab.13) mit Antibiotikaperfusion zeigt nur einer nach einer Verweildauer von 29 Tagen klinische, bakteriologische und hämatologische Anzeichen einer Infektion; die ohne Antibiotika perfundierten Jugulariskatheter weisen nach drei und sechs Tagen katheterinduzierte Infektionen mit rein klinischen bzw. klinischen und hämatologischen Symptomen auf.

Zur Darstellung der Subclavia- und Femoraliskatheter sei wegen der geringen Fallzahl auf die Tabelle 6 verwiesen.

Die kolonisierten Subclaviakatheter mit einer Verweildauer von zehn und elf Tagen fallen in die Gruppe ohne Antibiotikaperfusion; dagegen wurde der kolonisierte Subclaviakatheter mit der Verweildauer von 21 Tagen mit Antibiotika perfundiert. Wie bereits an früherer Stelle erwähnt, entwickelt keiner der kolonisierten Subclaviakatheter irgendwelche infektiösen Symptome.

Die kolonisierten Femoraliskatheter mit der Verweildauer von vier und dreizehn Tagen wurden mit Antibiotika perfundiert, wobei letzterer auch klinische Infektionssymptome entwickelte. Der kolonisierte Femoraliskatheter mit einer zwölf-tägigen Verweildauer aus der Gruppe ohne Antibiotikaperfusion führte ebenfalls zu klinischen Zeichen einer Infektion.

3.8.4.2. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotika, unterschiedlich langer Verweildauer und verschiedener Insertionsart

Bei den Perkutankathetern (Tab.14), die als einzige Kathetergruppe in Abhängigkeit von der Perfusion mit bzw. ohne Antibiotika signifikant unterschiedliche Kolonisationsraten aufweisen, ver-

Lokalisation der Katheter	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																						n
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Armvenen -	nicht kolonisiert	2	3	10	2	-	4	1	3	3	1	1	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	35
Katheter mit	kolonisiert	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	5
Antibiotika	mit Infektionen	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	3
n=40	Infektions- symptome	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B K	-	-	-	-	-
Armvenen -	nicht kolonisiert	2	11	7	5	2	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
Katheter ohne	kolonisiert	1	1	1	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	9
Antibiotika	mit Infektionen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
n=42	Infektions- symptome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K B H	-
Beinvenen -	nicht kolonisiert	1	3	2	4	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Katheter mit	kolonisiert	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Antibiotika	mit Infektionen	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
n=16	Infektions- symptome	K	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beinvenen -	nicht kolonisiert	3	2	1	1	1	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Katheter ohne	kolonisiert	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Antibiotika	mit Infektionen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n=13	Infektions- symptome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 12: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Arm- und Beinvenenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden, jeweils in Abhängigkeit von der Perfusion mit bzw. ohne Antibiotika.

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Fieber, Tachykardie, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Leukopenie - Linksverschiebung, Thrombozytensturz

Lokalisation der Katheter	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																				n									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22	23	24	25	26	27	28	29
Jugularis - katheter mit Antibiotika n = 24	nicht kolonisiert	1	1	4	1	3	1	2	2	2	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
	kolonisiert	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	
	mit Infektionen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
	Infektions- symptome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K H	-	-
Jugularis - katheter ohne Antibiotika n = 7	nicht kolonisiert	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	kolonisiert	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	mit Infektionen	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Infektions- symptome	-	-	K	-	-	K H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 13: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachen-
den Jugulariskatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden, jeweils mit
bzw. ohne Antibiotikaperfusion. K, B, H geben an, ob klinische, bakteriologische oder hämatologische
Infektionssymptome vorlagen.

Insertionsart der Katheter	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																												n		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30
Perkutan-	nicht kolonisiert	4	5	13	8	4	4	3	6	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	62
	katheter	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	
mit Antibiotika	mit Infektionen	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
	Infektions- symptome	69	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Perkutan-	nicht kolonisiert	38	4	11	7	4	3	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
katheter	kolonisiert	13	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ohne	mit Infektionen	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Antibiotika	Infektions- symptome	51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tabelle 14: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Perkutankatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden, jeweils mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

läuft die Entwicklung der Kolonisationsrate bei den mit Antibiotika perfundierten Kathetern besonders langsam und übersteigt auch bei längerer Verweildauer bis zu 21 Tagen nicht das Verhältnis $1/2$, also "50%". Nur zwei Katheter dieser Gruppe zeigen, jeweils nach vier bzw. vierzehn Tagen, klinische bzw. bakteriologische Anzeichen einer Infektion.

Die Perkutankatheter ohne Antibiotikaperfusion erreichen bereits nach zehn Tagen erstmals eine Kolonisationsrate von $1/1$. Drei Katheter verursachen Infektionen; einer mit klinischer und hämatologischer Symptomatik nach sechs Tagen Verweildauer, einer nach dreizehn Tagen nur mit klinischen Symptomen und der dritte mit klinischen, bakteriologischen und hämatologischen Infektionszeichen nach 22 Tagen Verweildauer.

Bei den Venae sectio- Kathetern (Tab.15) mit Antibiotikaperfusion verursachen insgesamt fünf Katheter Infektionen. Zwei mit einer Verweildauer von 18 bzw. 29 Tagen weisen eindeutige Infektionssymptome klinischer, bakteriologischer und hämatologischer Art auf. Die Katheter mit einer kürzeren Verweildauer zeigen jeweils nur ein klinisches bzw. bakteriologisches Indiz für eine Infektion. Es fällt in dieser Kathetergruppe besonders auf, daß fast jeder kolonisierte Katheter, mit einer Ausnahme, zugleich auch eine Infektion entwickelt.

Nur einer der Venae sectio- Katheter ohne Antibiotikaperfusion verursacht nach einer Verweildauer von drei Tagen eine Infektion mit klinischen Symptomen.

3.8.4.3. Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotika, unterschiedlich langer Verweildauer und verschiedener Lage der Katheterspitze

Bei den Zentralkathetern (Tab.16) erfolgt die Verteilung der katheterinduzierten Infektionen mit zwei- oder dreifacher Symptomatik gleichmäßig auf die beiden Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion. In der Gruppe ohne Anwendung von Antibiotika tritt die erste Infektion mit mehrfachen Symptomen bereits nach einer Verweildauer von sechs Tagen auf, die zweite nach 22 Tagen. Die mit Antibiotika perfundierten Katheter weisen erst am 18. bzw. 29. Tag klinische und bakteriologische bzw. alle drei Anzeichen einer katheterinduzierten Infektion auf.

Die peripheren Katheter (Tab.17) entwickeln nur Infektionen mit einfacher Symptomatik, entweder rein klinisch oder als Bakteriämie, die bereits nach relativ kurzer Verweildauer der Katheter erscheint.

Insertionsart der Katheter	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																										n				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		27	28	29	30
Venae sectio	nicht kolonisiert	-	2	3	1	-	1	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	Katheter mit	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Antibiotika	mit Infektionen	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	Infektions- symptome	K	-	-	-	B	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	K B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K B H	-
Venae sectio	nicht kolonisiert	1	2	2	3	-	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	Katheter ohne	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Antibiotika	mit Infektionen	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Infektions- symptome	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 15: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venae sectio-Katheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden, jeweils mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

Lage der Katheterspitze	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																												n		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30
Zentral-katheter mit Antibiotika	nicht kolonisiert	-	-	1	1	2	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	kolonisiert	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3
	mit Infektionen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
n = 11	Infektions-symptome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K B H	-	-
	nicht kolonisiert	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	kolonisiert	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
ohne Antibiotika	mit Infektionen	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Infektions-symptome	-	-	-	-	-	K H	-	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 16: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Zentralkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden, jeweils mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

Lage der Katheterspitze	Zustand der Katheter	Verweildauer der Katheter in Tagen																														n
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Periphere Katheter mit Antibiotika	nicht kolonisiert	4	7	15	8	2	4	2	7	5	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	66
	kolonisiert	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
n = 76	mit Infektionen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
	Infektions-symptome	K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
Periphere Katheter ohne Antibiotika	nicht kolonisiert	5	13	8	6	2	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	46
	kolonisiert	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
n = 59	mit Infektionen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Infektions-symptome	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabelle 17: Absoluter Anteil der nicht kolonisierten, kolonisierten und davon Infektionen verursachenden peripheren Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden, jeweils mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion.

3.8.5. Regressionsanalyse von der Verweildauer auf die Kolonisationsrate und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion

Die gesamten Venenkatheter, eingeteilt in die beiden Gruppen mit bzw. ohne Antibiotika, wurden einer Regressionsanalyse unterzogen, um die Abhängigkeit der Kolonisations- und katheterinduzierten Infektionsrate von der Verweildauer und Antibiotikaperfusion der Katheter in Form von Regressionsgeraden quantitativ darzustellen (Abb.9).

Die errechneten Regressionsgeraden, $Y_k = 2x - 0,5$ bzw. $Y_k = 5,4x + 5$, von der Verweildauer auf die Kolonisationsrate mit bzw. ohne Antibiotikaeinfluß zeigt die Abb.9 als perforierte bzw. nicht perforierte Geraden. Die beiden Regressionskoeffizienten von 2,0 bzw. 5,4 geben jeweils die Steigung der Regressionsgeraden von der Verweildauer auf die Kolonisationsrate in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika an. Sie unterscheiden sich deutlich voneinander, was sich im divergierenden Verlauf der Regressionsgeraden niederschlägt. Bei dem erfaßten Krankengut und Kathetermaterial stieg somit bei einer Verlängerung der Verweildauer eines Katheters ohne Antibiotikaperfusion um einen Tag das Kolonisationsrisiko um 5,4%, während es bei Kathetern mit Antibiotikaperfusion lediglich um 2% anstieg.

Die Geraden $Y_i = 2,5x - 10$ bzw. $Y_i = 5,4x - 22$ kennzeichnen die Regression von der Verweildauer auf die katheterinduzierte Infektionsrate, jeweils in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika. Sie haben einen ähnlichen divergierenden Verlauf wie die Regressionsgeraden von der Verweildauer auf die Kolonisationsrate, beginnen allerdings erst bei einer Verweildauer von vier Tagen. Die Infektionsrate steigt im Verlauf der Verweildauer, ebenfalls wie schon die Kolonisationsrate, um 5,4% mit jedem zusätzlichen Tag der Verweildauer an, während diese Zunahme der Infektionsrate in Abhängigkeit von der Verweildauer bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion nur 2,5% beträgt.

Kolonisationsrate(%): ohne Antibiotika ——— $(y_k = 5,4x + 5)$
 mit Antibiotika ----- $(y_k = 2,0x - 0,5)$
 Infektionsrate(%) : ohne Antibiotika ——— $(y_i = 5,4x - 22)$
 mit Antibiotika ----- $(y_i = 2,5x - 10)$

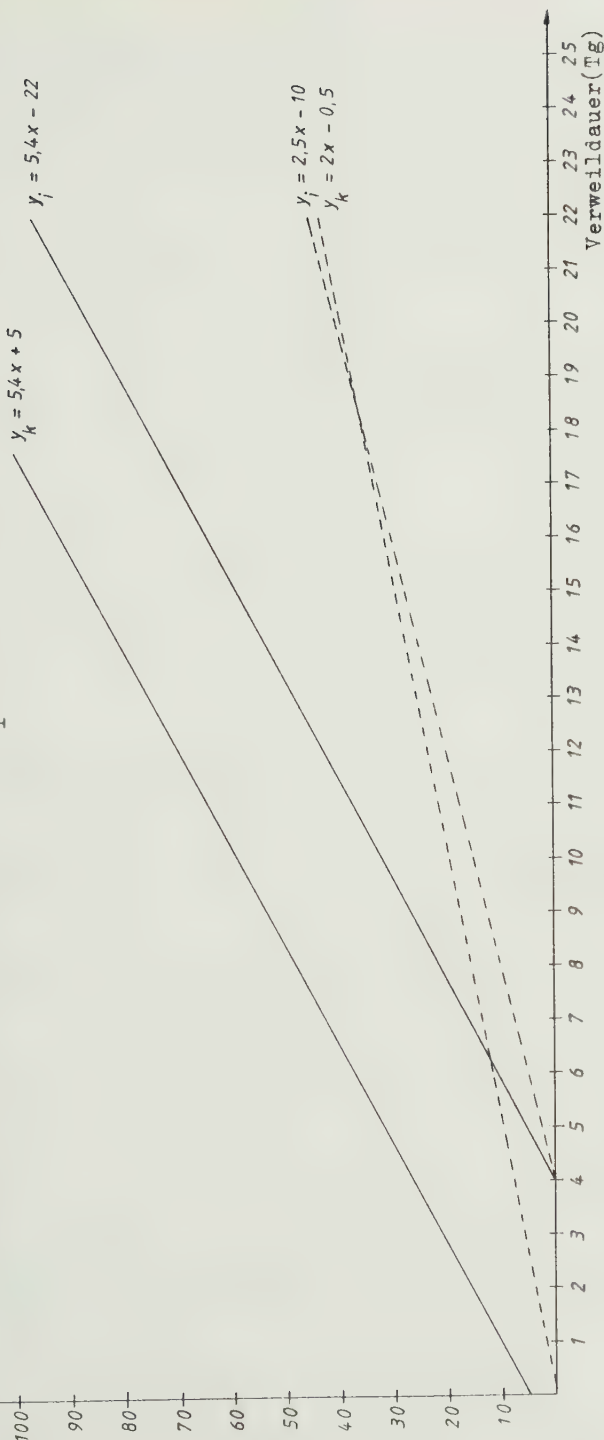


Abb.9: Regressionsgeraden von der Verweildauer auf die mikrobielle Kolonisations- und Infektionsrate der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden.

3.9. Keimspektrum der kolonisierten und davon Infektionen verursachenden gesamten Venenkatheter, Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion

Abb. 10 zeigt das Keimspektrum der kolonisierten und der davon Infektionen verursachenden gesamten Venenkatheter, der Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter mit den Häufigkeiten der gefundenen Keime, jeweils in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika.

Das Keimspektrum erstreckt sich insgesamt über zwölf Keimarten. Die Anzahl der Keimarten in den beiden Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion ist nahezu gleich groß und folglich unabhängig von der Perfusion mit Antibiotika. Jedoch fällt auf, daß in der Kathetergruppe mit Antibiotikaperfusion weniger gramnegative Keimspezies, nämlich nur *E. coli* und *Serratia*, auftreten als in der Gruppe ohne Antibiotikaperfusion, wo zusätzlich noch *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* und Keime der *Klebsiella-Enterobakter*gruppe anzutreffen sind. Das Verhältnis zwischen gramnegativen und grampositiven Keimarten beträgt in der Kathetergruppe ohne Antibiotikaperfusion 4/4 und in der Gruppe mit Antibiotika 2/5.

3.9.1. Häufigkeit einer Keimart in den Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion

Die Häufigkeit einer bestimmten Keimart in den beiden Kathetergruppen unterscheidet sich ebenfalls deutlich. Am augenfälligsten wird dieser Unterschied bei den Coagulase positiven Staphylokokken und den Streptokokken der Gruppe D (Enterokokken). Während in der Gruppe ohne Antibiotikaperfusion, einschließlich der kolonisierten Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter sechs Staphylokokken, Coagulase positiv, und fünf Streptokokken der Gruppe D anzutreffen sind, ist dies in der Gruppe mit Antibiotikaperfusion nur jeweils einmal der Fall. Weit weniger unterschiedlich erscheint dieses Verhältnis bei den Coagulase negativen Staphylokokken (*Staph. epidermidis*) und bei *E. coli*. *Candida albicans* tritt in beiden Gruppen jeweils einmal auf. Streptokokken mit unbekannter Gruppenzugehörigkeit sind einmal in der Gruppe ohne Antibiotikaperfusion zu finden, während Mikrokokken und grampositive sporenbildende Stäbchen jeweils einmal in der Gruppe mit Antibiotikaperfusion erscheinen.

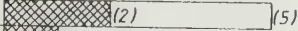
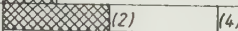
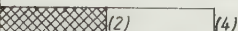
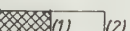
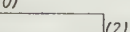
Keimspezies		Gesamte Venenkatheter	Nabel - venen - katheter	Nabel - arterien- katheter
Staphylokokken	o. A.	 (2) (5)	 (1)	
Coagulase pos.	m. A.	 (1)	 (0)	
Staph. Coag. neg.	o. A.	 (1) (6)		
(Staph. epidermid)	m. A.	 (2) (4)		
Streptokokken	o. A.	 (1)		
	m. A.	 (0)		
Streptokokken GrD (Enterokokken)	o. A.	 (2)	 (2)	 (1)
	m. A.	 (1)	 (0)	 (0)
E. coli	o. A.	 (2) (4)	 (1)	
	m. A.	 (3)	 (0)	
Pseudomonas aeruginosa	o. A.	 (2)		
	m. A.	 (0)		
Proteus vulgaris	o. A.	 (1)		
	m. A.	 (0)		
Klebsiella-Enterobaktergruppe	o. A.	 (1) (2)		
	m. A.	 (0)		
Serratia - gruppe	o. A.	 (0)		
	m. A.	 (2)		
Mikrokokken	o. A.	 (0)		
	m. A.	 (1)		
grampos. Stäbchen sporenbildend	o. A.	 (0)		
	m. A.	 (1)		
Candida albicans	o. A.	 (1)		
	m. A.	 (1)		

Abb.10: Keimspektrum der kolonisierten (□) und Infektionen verursachenden (▤) Katheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion. n = ().
o.A.: ohne Antibiotika; m.A.: mit Antibiotika



3.9.2. Verteilung der Keimspezies auf die verschiedenen Katheterlokalisationen

Die Verteilung der verschiedenen Keimspezies auf die unterschiedlichen Lokalisationen der Venenkatheter in Abhängigkeit von der Perfusion mit bzw. ohne Antibiotika wird in Abb.11 dargestellt.

Bei etwa zwei Drittel der kolonisierten Armvenenkatheter waren Staphylokokken zu finden, die sich jeweils fast zur Hälfte in Coagulase positive und Coagulase negative aufteilen. Das übrige Drittel der an Armvenenkathetern gefundenen Keime setzte sich überwiegend aus verschiedenen gramnegativen Keimspezies zusammen, die ausnahmslos der Gruppe der Enterobakterien zuzuordnen waren.

Die Jugulariskatheter waren in gleicher Anzahl mit Coagulase negativen Staphylokokken und Enterobakterien kolonisiert. Ein Jugulariskatheter war zweifach kolonisiert und zwar sowohl mit Coagulase negativen Staphylokokken als auch mit Streptokokken, die nicht der Gruppe D angehören.

Candida albicans- Keime besiedelten in zwei Fällen, Pseudomonas aeruginosa in einem Fall die Subclaviakatheter.

Die Femoraliskatheter waren ausschließlich mit meist gramnegativen Enterobakterien kolonisiert. Bei einem der Femoraliskatheter fand sich eine dreifache Kolonisation mit E.coli, Keimen der Klebsiella- Gruppe und Streptokokken der Gruppe D. Diese dreifache und die zweifache Kolonisation bei einem Jugulariskatheter liegen beide in der Kathetergruppe ohne Antibiotikaperfusion.

Auch die Beinvenenkatheter waren überwiegend mit gramnegativen Keimen kolonisiert. Zwei Katheter mit E.coli, einer mit Pseudomonas aeruginosa und lediglich einer mit Coagulase negativen Staphylokokken.

Die Venenkatheter mit unbekannter Lokalisation waren alle mit grampositiven Keimen kolonisiert. Zweimal wurden Staphylokokken, Coagulase positiv, gefunden und jeweils einmal Staphylokokken, Coagulase negativ, Streptokokken der Gruppe D und grampositive sporenbildende Stäbchen.

Bei den fünf kolonisierten Nabelvenen- und Nabelarterienkathetern (Abb.10) wurden ebenfalls meist Enterobakterien und lediglich einmal Coagulase positive Staphylokokken gefunden.

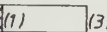
Keimspezies	Lokalisation der Venenkatheter						
		Armvenen	Bein- venen	Vena jugularis	Vena sub- clavia	Vena femoralis	unbek. Lokalisat.
Staph.Coag.pos.	o.A.	 (1)  (3)					 (1)  (2)
	m.A.	 (1)					 (0)
Staph.Coag.neg. (Staph.epiderm.)	o.A.	 (4)	 (0)	 (1)			 (1)
	m.A.	 (1)	 (1)	 (2)			 (0)
Streptokokken	o.A.	 (0)		 (1)			
	m.A.	 (0)		 (0)			
Streptokokk. Gr.D (Enterokokken)	o.A.	 (0)		 (0)		 (1)	 (1)
	m.A.	 (0)		 (1)		 (0)	 (0)
E. Coli	o.A.	 (1)	 (1)	 (1)		 (1)	
	m.A.	 (0)	 (1)	 (1)		 (1)	
Pseudomonas aeruginosa	o.A.	 (0)	 (1)		 (1)		
	m.A.	 (0)	 (0)		 (0)		
Proteus vulgaris	o.A.	 (1)					
	m.A.	 (0)					
Klebsiella-Entero- baktergruppe	o.A.	 (0)				 (1)  (2)	
	m.A.	 (0)				 (0)	
Serratia- gruppe	o.A.	 (0)					
	m.A.	 (2)					
Mikrokokken	o.A.	 (0)					
	m.A.	 (1)					
grampos.Stäbchen sporenbildend	o.A.	 (0)					 (0)
	m.A.	 (0)					 (1)
Candida albicans	o.A.	 (0)			 (1)		
	m.A.	 (0)			 (1)		

Abb.11: Lokalisation der kolonisierten (□) und Infektionen verursachenden (▨) Venenkatheter mit dem dazugehörigen Keimspektrum bei Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika. n = ().
o.A.: ohne Antibiotika; m.A.: mit Antibiotika



3.9.3. Keimspektrum der Venenkatheter mit katheterinduzierten Infektionen

Das Keimspektrum der Venenkatheter, die Infektionen hervorrufen, wird in den Abb.10 und 11 ebenfalls mit dargestellt. Die schraffierten Anteile in den Säulendiagrammen geben die Art und Anzahl der Keime an, die katheterinduzierte Infektionen verursachen.

Unter Einschluß der Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter sind elf Keime, die Infektionen verursachen, an Kathetern zu finden, die nicht mit Antibiotika perfundiert wurden, während bei Kathetern mit Antibiotikaperfusion acht Keime für katheterinduzierte Infektionen verantwortlich sind.

In der Kathetergruppe ohne Antibiotikaperfusion sind dies dreimal Staphylokokken, Coagulase positiv, einmal Staphylokokken, Coagulase negativ (*Staph. epidermidis*), einmal Streptokokken mit unbekannter Gruppenzugehörigkeit, dreimal Streptokokken der Gruppe D (Enterokokken), zweimal *E.coli* und einmal Keime der *Klebsiella* - Enterobaktergruppe.

In der Kathetergruppe mit Antibiotikaperfusion sind einmal Staphylokokken, Coagulase positiv, zweimal Staphylokokken, Coagulase negativ (*Staph. epidermidis*), dreimal *E.coli*, einmal Mikrokokken und einmal grampositive sporenbildende Stäbchen für Infektionen verantwortlich zu machen.

Was die Lokalisation der Infektionen verursachenden Keime anbelangt, so sind bei Armvenenkathetern ohne Antibiotikaperfusion einmal Staphylokokken, Coagulase positiv und bei Armvenenkathetern mit Antibiotikaperfusion jeweils einmal Staphylokokken, Coagulase positiv, Staphylokokken, Coagulase negativ (*Staph. epidermidis*) und Mikrokokken zu finden.

Die Infektionen verursachenden Keime an den Beinvenenkathetern, nämlich Staphylokokken, Coagulase negativ (*Staph. epidermidis*) und *E.coli* waren beide Antibiotikallösungen ausgesetzt.

Drei von vier Keimen an Jugulariskathetern, Staphylokokken, Coagulase negativ (*Staph. epidermidis*), Streptokokken mit unbekannter Gruppenzugehörigkeit und *E.coli* waren keinen Antibiotika ausgesetzt, während ein Jugulariskatheter, der mit *E.coli* kolonisiert war, mit Antibiotika perfundiert wurde.

Ebenfalls drei von vier Femoraliskathetern mit Infektionen verursachenden Keimen, wie Streptokokken der Gruppe D (Enterokokken), *E.coli* und Keimen der *Klebsiella* - Enterobaktergruppe wurden nicht mit Antibiotika durchspült, sondern dies war nur bei einem Femoraliskatheter, der mit *E.coli* kolonisiert war und auch eine Infek-

tion verursachte, der Fall.

Die Infektionen verursachenden Katheter mit unbekannter Lokalisation wurden im Falle der grampositiven sporenbildenden Stäbchen mit und bei den Streptokokken der Gruppe D (Enterokokken) und Staphylokokken, Coagulase positiv, nicht mit Antibiotika perfundiert.

3.10. Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter in Abhängigkeit vom Lebensalter der Patienten

Besonders interessiert bei der Anwendung von Venenkathetern in der Pädiatrie auch die Abhängigkeit der Katheterkolonisation und katheterinduzierten Infektionen vom Lebensalter der Patienten. Tabelle 18 zeigt eine Einteilung der erfaßten Kinder in verschiedene Altersgruppen; von Frühgeborenen über reife Neugeborene, Säuglinge, Kleinkindern bis zu Schulkindern mit den jeweiligen absoluten und prozentualen Häufigkeiten der mikrobiell kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter.

Dabei zeigt sich deutlich die weitaus größere Anfälligkeit der jüngeren Kinder zur Kolonisation der Katheter mit Bakterien oder Pilzen. Während bei Frühgeborenen mit einer Tragzeit von weniger als 37 Wochen die Kolonisationsrate noch bei $4/12$ liegt, sinkt sie bei den meisten älteren Kindern deutlich ab und liegt bei Schulkindern nur noch bei $7/61$. Lediglich die Kinder im Säuglingsalter weichen mit einer Kolonisationsrate von $11/34$ von dieser fallenden Tendenz leicht ab.

3.10.1. Statistische Auswertung der Kolonisationshäufigkeiten in Abhängigkeit vom Lebensalter der Patienten

Bei der Überprüfung der beobachteten Kolonisationshäufigkeiten in Abhängigkeit vom Lebensalter der Kinder mit dem χ^2 - Test müssen die Gruppen der Früh- und reifen Neugeborenen zusammengefaßt werden, damit in jeder Klasse die für den χ^2 - Test notwendige Fallzahl von fünf erreicht wird.

Folgende Testvoraussetzungen sind gegeben:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 7,815 bei drei Freiheitsgraden

Errechneter χ^2 - Wert : 8,671

Der errechnete χ^2 - Wert liegt unter den vorgegebenen Testvoraussetzungen über der Signifikanzschranke von 7,815. Das bedeutet, daß die Kolonisationshäufigkeit der Venenkatheter signifikant vom

Lebensalter der Patienten	Venenkatheter				katheterinduzierte Infektionen						
	nicht kolonisiert	kolonisiert		n	K	B	K H	K B	K B H	n	%
		n	%								
Frühgeborene < 37. SSW	8	4	„33%“	12	1	1	—	—	—	2	„17%“
Neugeborene 1.-4. Woche	13	5	„28%“	18	1	—	—	—	1	2	„11%“
Säuglinge 2.-12. Monat	23	11	„32%“	34	1	—	—	1	—	2	„6%“
Kleinkinder 2.-6. Jahr	35	8	„18,5%“	43	3	1	—	—	—	4	„9%“
Schulkinder > 6. Jahr	54	7	„11,5%“	61	1	1	1	—	1	4	„6,5%“
n	133	35	21%	168	7	3	1	1	2	14	8,3%

Tabelle 18: Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate der gesamten Venenkatheter in Abhängigkeit vom Lebensalter der Patienten. SSW = Schwangerschaftswoche

Beobachtete Infektionssymptome:

K = Klinisch: Tachykardie, Fieber, Thrombophlebitis

B = Bakteriologisch: Bakteriämie mit gleichem Keim wie am Katheter

H = Hämatologisch: Leukozytose - Linksverschiebung - Leukopenie, Thrombozytensturz

Lebensalter der Kinder abhängt.

3.10.2. Mikrobielle Infektionsrate der Venenkatheter bei unter - schiedlichem Lebensalter der Patienten

Die katheterinduzierten Infektionsraten in Abhängigkeit vom Lebensalter der Kinder verhalten sich ähnlich wie die Kolonisationsraten. Auch hier ergibt sich bei den Frühgeborenen die höchste Infektionsrate, die bei den älteren Kindern deutlich abnimmt. Jedoch sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen nicht so gravierend wie bei den Kolonisationsraten und sie liegen außerdem auch auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Die Symptomatik der katheterinduzierten Infektionen läßt keine besondere Gewichtung in einer bestimmten Altersgruppe erkennen.

4. Diskussion

4.1. Vergleich der ermittelten Kolonisations- und Infektionsraten des untersuchten Kathetermaterials mit Ergebnissen aus der Literatur

Mehrere frühere Arbeiten über die mikrobielle Kolonisation von Nabelkathetern, also Nabelvenen- oder Nabelarterienkathetern, berichten über sehr unterschiedliche Ergebnisse (2, 15, 26, 8, 11,4), die bei Nabelarterienkathetern von 3% bis 54% und bei Nabelvenenkathetern von 26% bis 59% aller Katheterinsertionen reichen.

Infektiöse Komplikationen in Form von Bakteriämien treten mit einer Häufigkeit von 3% bis zu 8% auf.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse konnten diese hohen Zahlen nicht bestätigen und bewegen sich eher an der unteren Grenze dieses Spektrums, wie die Kolonisationsraten der Nabelvenen- und Nabelarterienkatheter mit jeweils "15%" bzw. "13%" zeigen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß vor allem durch die sehr kurze Verweildauer der Nabelkatheter und die geringe Fallzahl, nämlich 34 in einem Untersuchungszeitraum von zehn Monaten, ein Vergleich nur bedingt möglich ist.

Weit häufiger, insgesamt 168, kamen in diesem Untersuchungszeitraum jene Venenkatheter zur Anwendung, die in einer Vene der oberen oder unteren Extremitäten, der V. femoralis, V. subclavia oder V. jugularis lagen, und die in der Gruppe "Gesamte Venenkatheter" zusammengefaßt werden. Die vorliegende Arbeit befaßt sich nahezu ausschließlich mit dieser Kathetergruppe, ihrer mikrobiellen Kolonisationsrate, den katheterinduzierten Infektionen und vor allem einigen Faktoren, welche die Besiedlung der Katheter mit Mikroorganismen möglicherweise begünstigen bzw. vermindern könnten.

Vergleichszahlen aus der Literatur bezüglich der Kolonisations- und Infektionshäufigkeit dieser Venenkatheter stammen vornehmlich aus Untersuchungen, die bei erwachsenen Patienten vorgenommen wurden (3, 6, 27, 10), aber kaum aus einem pädiatrischen Krankengut (25), wie bei dieser Arbeit. Gegenüber diesen Vergleichszahlen, die von einer Kolonisationsrate von 24% bis zu 45% berichten, liegt die mikrobielle Kolonisationsrate der hier untersuchten Katheter mit 21%, ebenso wie bei den Nabelkathetern, an der unteren Grenze des Spektrums. Die katheterinduzierte Infektionsrate, angegeben in Form von Bakteriämien, reicht bei den Vergleichszahlen von 2% bis 9%, während aufgrund dieser Untersuchung bei 6 von 168 Venenkathetern, also bei 3,5%, eine Bakteriämie zu verzeichnen ist.

4.2. Möglichkeiten, Ursachen und Wege der Katheterkolonisation und deren Einfluß auf die mikrobielle Kolonisations- und Infektionshäufigkeit

4.2.1. Kolonisation durch Kontamination beim Legen und Entfernen der Katheter

Eine sicher nicht unbedeutende Möglichkeit zur mikrobiellen Kolonisation der Venenkatheter besteht bereits bei der Katheterinsertion, sowohl perkutan und viel mehr noch durch Venae sectio, in dem durch unsteriles Arbeiten der Katheter mit Bakterien oder Pilzen kontaminiert wird. Dies dürfte vor allem bei jenen Kathetern der Fall sein, die trotz einer sehr kurzen Verweildauer nach dem Entfernen aus der Vene bakteriologisch positiv sind oder der Patient sogar Symptome einer Infektion zeigt, die sich nach der Katheterentfernung wieder zurückbilden.

Ebenso kann beim Entfernen durch mikrobielle Verunreinigung der Katheterspitze bei der bakteriologischen Untersuchung eine intravasale Kolonisation vorgetäuscht werden; da eine Keimzahlbestimmung nicht durchgeführt wird, kann eine nachträgliche Verunreinigung der Katheter von einer Kolonisation in der Vene nicht sicher unterschieden werden.

Strenge Desinfektionsmaßnahmen sind deshalb sowohl bei der Insertion als auch bei der Entfernung der Katheter im Interesse einer eindeutigen Interpretation des bakteriologischen Befundes unerlässlich.

4.2.2. Kolonisation durch streuenden Fokus

Eine primär vorhandene Bakteriämie, bedingt durch einen streuenden Fokus, kann auch dazu führen, daß ein Venenkatheter über den Blutstrom mikrobiell kolonisiert wird und damit zum Sekundärherd wird. Auch die Aufnahme von Keimen aus dem Darm mit folgender Bakteriämie wird bei Kindern beschrieben (24).

Nur der klinische Ausschluß eines Primärherdes oder besser der Ausschluß einer Bakteriämie durch Anlegen von Blutkulturen vor der Katheterinsertion lassen eine sekundäre Besiedlung des Katheters vom Blutstrom her unwahrscheinlich werden.

4.2.3. Kolonisation über Katheterlumen

Ein Autor konnte in einer Arbeit über mikrobielle Kolonisation von

Nabelkathetern (15) durch Anfertigen von Katheterpräparaten mit entsprechender Färbung Bakterien im Katheterlumen nachweisen. Ein derartiger Befund beweist, daß die Kolonisation der Katheter durch das Infusionsbesteck oder die Lösungen erfolgt sein muß mit denen die Katheter perfundiert wurden. Dieser Befund wird noch unterstützt durch Untersuchungen (9) von handelsüblichen Infusionslösungen (5% Glukose, 0,9% NaCl- Lösung), die zu etwa 4% pathogene Keime enthielten, in Nährlösungen sogar bis zu 38%. Bakteriologische Untersuchungen der Infusionslösungen, die in der Universitäts-Kinderklinik verwendet werden (8) ergaben allerdings nicht eine derartig hohe Verunreinigung.

4.2.4. Kolonisation über Katheteraußenseite

Ausgehend von der Insertionsstelle kann die mikrobielle Besiedlung über die Katheteraußenseite entlang des gesamten Katheters erfolgen. Diese Annahme wird durch Untersuchungen an Nabelkathetern gestützt (15), wobei das gesamte intravasal gelegene Katheterstück steril in mehrere Abschnitte aufgeteilt und diese bakteriologisch untersucht wurden. Dabei ergab sich an den intravasalen Katheterabschnitten von der Spitze nach proximal eine zunehmende Kolonisationshäufigkeit.

In einer Studie über kolonisierte Venenkatheter bei Erwachsenen (22) konnte durch Anwendung einer antibiotisch wirksamen Salbe an der Insertionsstelle die Kolonisationsrate im Vergleich zu einer Placebogruppe signifikant von 78% auf 18% gesenkt werden, wohl ebenfalls ein Hinweis dafür, daß die Katheterkolonisation in einem nicht geringen Maße über die Katheteraußenseite erfolgt.

Wie andere Autoren berichten, konnte bereits sorgfältige Behandlung der Insertionsstelle mit mehrfacher täglicher Kontrolle, Desinfektion und sterilem Verbandswechsel durch besonders ausgebildetes Personal die Kolonisationsrate bis auf 4% gesenkt werden (7,13). Diese Beispiele verdeutlichen das Ausmaß der Katheterkolonisation von der Insertionsstelle über die Katheteraußenseite bis zur Katheterspitze, die bei dieser Arbeit zugrunde liegenden Kathetermaterial bakteriologisch untersucht wurde.

4.2.5. Kolonisationsrate und Infektionsrate bei verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze im Zusammenhang mit der mittleren Verweildauer der Katheter

Die Prüfung der unterschiedlichen Kolonisationshäufigkeiten auf

Signifikanz mit dem χ^2 - Test in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion, der Insertionsart und Lage der Katheterspitze ergibt in keiner der Kathetergruppen ein signifikantes Ergebnis. Diese Testaussage gilt allerdings nur für jene Gruppen der Venenkatheter, die eine annähernd gleiche mittlere Verweildauer haben, eine Bedingung, die nicht in allen Fällen gegeben ist. Bei der Betrachtung der Abb. 4a, b und c ist ersichtlich, daß der durchgeführte χ^2 - Test nur für die kolonisierten Armvenenkatheter, Jugularis-, Femoralis-, Venae sectio- und Perkutankatheter gilt, weil nur diese Kathetergruppen eine vergleichbare mittlere Verweildauer von etwa neun bis zehn Tagen aufweisen. Die mittlere Verweildauer der kolonisierten Beinvenenkatheter liegt mit fünf Tagen um fast 45% niedriger, bei den peripheren Kathetern mit sieben Tagen um 22% niedriger als die der genannten Katheter, während die kolonisierten Subclavia- und Zentralkatheter mit einer mittleren Verweildauer von vierzehn bzw. fünfzehn Tagen eine um 55% bzw. 67% längere mittlere Verweildauer aufweisen.

Die Kolonisationsrate der Beinvenenkatheter liegt trotz der erheblich kürzeren mittleren Verweildauer etwa in einer Größenordnung mit den kolonisierten Armvenen- und Jugulariskathetern (Tab.3). Bei den kolonisierten Subclaviakathetern mit ihrer deutlich längeren mittleren Verweildauer zeigt sich auch eine deutlich höhere Kolonisationsrate von 3/9, die allerdings in der im χ^2 - Test dargestellten Gruppenzusammenfassung unterhalb der Signifikanzschranke bleibt. Bei isolierter Betrachtung besonders hervorstechend, weisen die Femoraliskatheter eine Kolonisationsrate von 3/4 auf, obwohl sich ihre mittlere Verweildauer von zehn Tagen nur um einen Tag von den Armvenen- und Jugulariskathetern unterscheidet. Bei den Perkutan- und Venae sectio- Kathetern (Tab. 4), die beide eine gleiche mittlere Verweildauer von neun Tagen haben, liegt die Kolonisationsrate der Venae sectio- Katheter mit 10/35 gegenüber den Perkutankathetern mit 20/120 deutlich höher.

Die um acht Tage längere mittlere Verweildauer der Zentralkatheter gegenüber den peripheren Venenkathetern äußert sich ebenfalls in einer höheren Kolonisationsrate von 7/20, die bei den letzteren nur 23/135, also 17%, beträgt.

Die katheterinduzierten Infektionsraten der Venenkatheter liegen deutlich niedriger als die Kolonisationsraten und sind zum Vergleich in Tabelle 3 und 4 mit dargestellt. Es fällt auf, daß aus der Gruppe der Subclaviakatheter trotz einer mittleren Verweil -

dauer von 14 Tagen keiner der drei kolonisierten Katheter infektiöse Symptome entwickelt, während dies für alle anderen Kathetergruppen in unterschiedlicher Ausprägung und Größenordnung zutrifft.

Die Anwendung des χ^2 - Tests auf die unterschiedlichen Infektionshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion ergibt in der beschriebenen Gruppenzusammenfassung kein signifikantes Ergebnis, während die Infektionshäufigkeiten bei den Kathetergruppen mit unterschiedlicher Insertionsart und Lage der Katheterspitze jeweils bei den Venae sectio- Kathetern und Zentralkathetern signifikant höher liegen.

Jedoch ist auch hier zu beachten, daß diese Ergebnisse nur für jene Kathetergruppen gelten, die eine nahezu gleiche mittlere Verweildauer haben, was bei dem untersuchten Kathetermaterial nur für die Perkutan- und Venae sectio- Katheter mit einer mittleren Verweildauer von 12 bzw. 13 Tagen zutrifft.

Die Infektionsraten der Armvenen-, Beinvenen- und Jugulariskatheter (Tab. 3) unterscheiden sich nur relativ gering voneinander und liegen für die Armvenenkatheter bei 4/82 (5%), Beinvenenkatheter bei 2/29 (7%) und Jugulariskatheter bei 3/31 (10%), obwohl nur die mittlere Verweildauer der Armvenen- und Jugulariskatheter (Abb.4a) mit 15 bzw. 13 Tagen vergleichbare Werte aufweist. Die mittlere Verweildauer der Infektionen verursachenden Beinvenenkatheter liegt im Gegensatz dazu, trotz vergleichbarer Infektionsrate von 2/29, extrem niedrig und beträgt mit drei Tagen nur ein Fünftel bzw. etwa ein Viertel der mittleren Verweildauer der Armvenen- und Jugulariskatheter. Die Hälfte der beobachteten Femoraliskatheter entwickelt Infektionen. Diese hohe Infektionsrate hebt sich somit, ebenso wie schon die Kolonisationsrate, trotz einer vergleichbaren mittleren Verweildauer von dreizehn Tagen deutlich von den Infektionsraten der Armvenen- und Jugulariskathetern ab.

Die Infektionen verursachenden Zentralkatheter weisen mit einer sehr langen mittleren Verweildauer von 18 Tagen eine gegenüber den peripheren Kathetern etwa um das 2,5- fache längere mittlere Verweildauer auf. Dementsprechend liegt auch die katheterinduzierte Infektionsrate der Zentralkatheter (Tab. 4) mit 5/20 eindeutig höher als bei den peripheren Kathetern, wo sie nur 23/135 (4,5%) beträgt. Bei der Beurteilung des χ^2 - Testes, der aufgrund dieser unterschiedlichen Infektionshäufigkeiten ein signifikantes Ausmaß annimmt, ist vor allem zu berücksichtigen, daß diese signifikant höhere Infektionsrate bei den Zentralkathetern auf die erheb-

lich längere mittlere Verweildauer dieser Kathetergruppe zurückzuführen sein dürfte und für die Anwendung des χ^2 - Testes somit keine gleichen Bedingungen vorliegen.

4.2.6. Verlauf von Kolonisationsrate, Infektionsrate und Symptomatik der Infektionen bei den Kathetern, die nach unterschiedlich langer Verweildauer gezogen wurden

Ein genaueres Bild über den Einfluß der Verweildauer auf die Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate ergibt sich sowohl bei der Betrachtung der kumulierten Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter (Abb.3) als auch bei der Darstellung des prozentualen Anteils der kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden (Abb.5).

Die beiden Abbildungen verdeutlichen, daß bei allen jenen Venenkathetern, deren intravasale Verweildauer vier Tage übersteigt, die Kolonisationsrate deutlich zunimmt und ebenso, als Folge davon, die Infektionsrate. 84 der 186 erfaßten Katheter, also 50%, weisen eine Verweildauer zwischen einem und vier Tagen auf. Jedoch treten nur 9 der insgesamt 35 kolonisierten Katheter, das sind etwa 26%, und sogar nur drei der vierzehn katheterinduzierten Infektionen, also gut 21%, in diesem Zeitabschnitt der Verweildauer auf. Dementsprechend erscheint die überwiegende Anzahl sowohl der kolonisierten Katheter, nämlich 26 von 35 (74%), als auch die Anzahl der davon Infektionen verursachenden Katheter, nämlich 11 von 14 (79%), bei den Kathetern, die eine längere Verweildauer als vier Tage aufweisen.

Die Kolonisationshäufigkeiten der Katheter bis zu einer Verweildauer von vier Tagen und jene mit einer längeren Verweildauer ergeben bei Prüfung mit dem χ^2 - Test ein signifikantes Ergebnis, wie die folgenden Zahlenwerte zeigen:

Testvoraussetzungen:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 3,841 bei einem Freiheitsgrad

Errechneter χ^2 - Wert : 10,26

Aufgrund der beobachteten Kolonisationshäufigkeiten bei den gesamten Venenkathetern in Abhängigkeit von deren Verweildauer ergibt sich ein erheblich über der Signifikanzschranke liegender χ^2 -Wert. Das bedeutet, daß die Kolonisationshäufigkeit bei den Kathetern

mit einer Verweildauer von einem bis zu vier Tagen signifikant niedriger liegt als bei den Kathetern mit einer längeren Verweildauer.

Für die Infektionshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Verweildauer der Katheter läßt sich ein Signifikanznachweis mit dem χ^2 -Test nicht durchführen, weil die Anzahl der ermittelten Infektionen bei einer Verweildauer der Katheter von einem bis zu vier Tagen für die Anwendung des χ^2 -Tests weniger als fünf beträgt. Jedoch kann man an den beobachteten Häufigkeiten deutlich erkennen, daß die weit überwiegende Zahl der katheterinduzierten Infektionen bei einer Verweildauer der Katheter von mehr als vier Tagen auftritt.

Die relativ hohe Kolonisations- und auch Infektionsrate bei den Kathetern mit der sehr kurzen Verweildauer von nur einem Tag dürfte höchstwahrscheinlich durch unsteriles Arbeiten beim Legen der Katheter zustande kommen.

Die kolonisierten Katheter mit einer Verweildauer von mehr als elf Tagen entwickeln fast alle Infektionen, wie aus der nahezu identischen Kolonisations- und Infektionsrate zu ersehen ist.

Auch die Symptomatik und Ausprägung der katheterinduzierten Infektionen verändert sich deutlich mit zunehmender Verweildauer der Venenkatheter (Abb.5). Bis zu einer Verweildauer von vier Tagen sind nur klinische Infektionssymptome wie Fieber und Tachykardie erkennbar, später treten auch Bakteriämien mit dem gleichen Keim wie an der Katheterspitze auf und bei sehr langer Verweildauer zweimal eine dreifache Infektionssymptomatik mit klinischen, bakteriologischen und hämatologischen Merkmalen, das heißt numerische Veränderungen der Leukozyten mit Linksverschiebung und Thrombozytensturz.

Bei den Kathetergruppen mit verschiedener Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze (Tab.5,6,7) bestehen Unterschiede nicht nur hinsichtlich der Kolonisations- und Infektionshäufigkeit sondern vor allem auch im zeitlichen Auftreten dieser mikrobiellen Kolonisationen und katheterinduzierten Infektionen bei kurzer oder längerer Verweildauer der Katheter. Besonders deutlich werden diese Unterschiede beim Vergleich der Kolonisations- und Infektionshäufigkeit derjenigen Katheter, die eine Verweildauer von einem bis zu fünf Tagen aufweisen mit den Ka-

thetern, die intravasal länger als fünf Tage liegen.

Bei den Armvenenkathetern liegen 48 von 82 (59%) Kathetern unterhalb dieser 5-Tage- Grenze. In diesen Zeitraum fallen jedoch nur 4 von 14 (29%) kolonisierten und einer von vier Infektionen verursachenden Kathetern. Die restlichen 10 (71%) Kolonisationen und die übrigen drei (75%) katheterinduzierten Infektionen finden sich alle bei Kathetern mit einer mehr oder weniger längeren Verweildauer als fünf Tage.

Die Jugulariskatheter zeigen nicht diese relativ günstigen Verhältnisse. Obwohl nur 48%, nämlich 15 von 31 Kathetern dieser Gruppe, keine längere Verweildauer als fünf Tage aufweisen, treten 50%, also drei von sechs kolonisierten Kathetern und ein Drittel der erfaßten Infektionen, bereits in diesem Zeitraum der Verweildauer auf. Alle weiteren kolonisierten und Infektionen verursachenden Katheter haben eine längere Verweildauer. Die relativ kurze Verweildauer von nicht mehr als fünf Tagen scheint bei den untersuchten Jugulariskathetern keinen günstigen Einfluß auf die Kolonisationshäufigkeit auszuüben. Auch die Infektionshäufigkeit liegt in diesem Zeitabschnitt mit 33% deutlich höher als bei den Armvenenkathetern.

Die Subclaviakatheter bilden im Vergleich zu den anderen Kathetergruppen eine hervorstechende Ausnahme. Nur einer von neun, also 11% der erfaßten Subclaviakatheter, hat eine Verweildauer, die fünf Tage nicht übersteigt und ist auch nicht mikrobiell kolonisiert. Alle drei kolonisierten Subclaviakatheter liegen länger als fünf Tage und keiner von ihnen entwickelt irgendwelche Anzeichen einer Infektion.

Bei den Femoraliskathetern liegen 50%, das heißt zwei von vier Kathetern, nicht länger als fünf Tage. Dies trifft auch für einen der drei kolonisierten Femoraliskatheter zu, während die anderen zwei länger als fünf Tage liegen und beide jeweils eine katheterinduzierte Infektion nach sich ziehen. Bis zu einer Verweildauer von fünf Tagen tritt dagegen keine Infektion auf.

Bei den Beinvenenkathetern liegt die Kolonisations- und die Infektionshäufigkeit der Katheter mit einer Verweildauer von nicht

mehr als fünf Tagen sehr hoch. 22 von 29, das sind 76% der Beinvenenkatheter, fallen in diesen Zeitraum der Verweildauer. Drei von vier, also 75% der kolonisierten und die zwei Infektionen verursachenden Beinvenenkatheter, liegen ebenfalls in diesem Zeitabschnitt der Verweildauer von einem bis zu fünf Tagen und weisen damit unter den Kathetergruppen mit unterschiedlicher Lokalisation der Katheterinsertion und in Abhängigkeit von der Verweildauer mit Abstand die höchste Kolonisations- und Infektionsrate auf.

Die Venenkatheter mit verschiedener Insertionsart (Tab.7), das heißt Perkutan- und Venae sectio-Katheter, weisen sehr deutliche Unterschiede hinsichtlich der Kolonisations- und Infektionshäufigkeit in Abhängigkeit von der Verweildauer auf.

Die Perkutankatheter liegen zu 57,5%, nämlich 69 von 120 Kathetern, innerhalb des Zeitraums von einem bis zu fünf Tagen der Verweildauer. Nur 6 von 20, also 30% der kolonisierten Katheter und 20%, das heißt eine von fünf katheterinduzierten Infektionen, fallen jedoch in diesen Zeitabschnitt.

Die Venae sectio-Katheter bieten im Gegensatz dazu ein weit ungünstigeres Bild. 54% dieser Katheter, genau 19 von 35, liegen nicht länger als fünf Tage. Fast gleichviel, nämlich 50% oder fünf von zehn kolonisierten Kathetern und ebenso 50% oder drei von sechs der Infektionen verursachenden Katheter, weisen eine Verweildauer auf, die fünf Tage nicht übersteigt.

Drei von vier Infektionen, die von Kathetern mit einer Verweildauer von einem bis zu fünf Tagen ausgehen, fallen in die Gruppe der Venae sectio-Katheter. Dabei handelt es sich in zwei Fällen, nämlich nach einem und fünf Tagen, zugleich um Beinvenenkatheter und einmal, nach drei Tagen Verweildauer, um einen Jugulariskatheter.

Aufgrund der genügenden Fallzahl lassen sich die Kolonisationshäufigkeiten bei Perkutan- und Venae sectio-Kathetern in Abhängigkeit von einer Verweildauer von einerseits bis zu fünf Tagen und andererseits von einer längeren Verweildauer mit dem χ^2 -Test auf Signifikanz untersuchen.

Testvoraussetzungen:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 3,841 bei einem Freiheitsgrad

Errechnete χ^2 - Werte :

Perkutankatheter : 7,428

Venae sectio-Katheter : 0,1413

Im Falle der Perkutankatheter liegt der errechnete x^2 - Wert erheblich über der tabellierten x^2 - Signifikanzschranke. Das bedeutet, daß die Kolonisationshäufigkeit der Perkutankatheter bei einer Verweildauer von einem bis zu fünf Tagen signifikant niedriger liegt als bei einer längeren Verweildauer der Katheter.

Der errechnete x^2 - Wert der Venae sectio- Katheter liegt im Gegensatz dazu erheblich unter der x^2 - Signifikanzschranke. Die Kolonisationshäufigkeit der Venae sectio- Katheter hängt folglich nicht signifikant von der Verweildauer der Katheter ab und liegt bei kurzer oder längerer Verweildauer etwa in einer Größenordnung.

Die Zentralkatheter (Tab.7) mit ihrer zentralen Lage der Katheterspitze in einem weitlumigen Gefäß weisen relativ häufig eine sehr lange Verweildauer auf, um die Applikation von hochprozentigen Nährlösungen, Medikamenten, Messung des zentralen Venendrucks und anderes mehr bei lange schwerkranken Patienten zu ermöglichen. Nur 35%, das sind 7 von 20 erfaßten Zentralkathetern, übersteigen nicht eine Verweildauer von fünf Tagen. In diesem Zeitraum erscheint kein kolonisierter Katheter und daher auch keine katheterinduzierte Infektion. Alle sieben kolonisierten und ebenso alle fünf Zentralkatheter, die Infektionen verursachen, liegen meist weit länger als fünf Tage innerhalb einer zentralen Vene.

Die bei den gesamten Venenkathetern durchgeführte Regressionsanalyse von der Verweildauer auf die Kolonisations- und Infektionsrate verdeutlicht den quantitativen Einfluß der Verweildauer auf die Kolonisations- und Infektionsrate. Demnach liegt bei dem untersuchten Kathetermaterial die Kolonisationsrate für jene Katheter mit einer Verweildauer von vier Tagen noch unter "15%" und die Infektionsrate bei etwa "2%". Bei längerer Verweildauer der Venenkatheter von beispielsweise etwa zwei Wochen, was sicher nicht selten der Fall ist, muß damit gerechnet werden, daß fast "50%" dieser Katheter mikrobiell kolonisiert sind und knapp "35%" katheterinduzierte Infektionen entwickeln.

4.3. Einfluß der systemischen Anwendung von Antibiotika auf die Kolonisations- und Infektionsrate der gesamten Venenkatheter im Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur

Einer ~~rein~~ prophylaktische Perfusion der erfaßten Venenkatheter mit Antibiotika zur Verhinderung einer mikrobiellen Kolonisation wurde nicht durchgeführt. Entscheidend für die systemische Anwendung von Antibiotika waren vor allem eine bereits vorliegende infektiöse Erkrankung, die Immunitätslage und die bestehende Grundkrankheit. Gut die Hälfte (55%) der 168 Venenkatheter wurde mit wirksamen Antibiotikallösungen perfundiert.

In der Kathetergruppe ohne Antibiotikaperfusion liegt die ermittelte Kolonisationsrate mit 21/76 (28%) deutlich höher als bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion, wo sie nur 14/92, also etwa 15% beträgt. Dieser Unterschied nimmt jedoch bei Prüfung mit dem χ^2 - Test kein signifikantes Ausmaß an.

Dieses Ergebnis stimmt mit einer früheren Arbeit überein (4), in der nach prophylaktischer Gabe von Antibiotika bei Patienten mit Nabelvenenkathetern keine statistisch signifikante Verminderung der Katheterkolonisation beobachtet werden konnte.

Im Gegensatz dazu berichtet ein anderer Autor (2), ebenfalls bei Patienten mit Nabelvenenkathetern, über eine Kolonisationsrate von 33% bei Antibiotikaanwendung und von 70% bei den Kathetern, die nicht mit Antibiotika perfundiert wurden.

Die bakteriologische Untersuchung von Venenkathetern bei Erwachsenen (28) ergab ähnliche Ergebnisse, nämlich 23% bei Patienten mit und 42% bei Patienten ohne systemische Antibiotikaanwendung. Die ermittelten Kolonisationsraten bei dem hier untersuchten Kathetermaterial liegen somit sowohl bei den Kathetern mit als auch ohne Antibiotika deutlich niedriger als in der Literatur angegeben.

Die Häufigkeit der katheterinduzierten Infektionen in den beiden Gruppen unterscheidet sich kaum und liegt mit 6/76 (8%) bei den Kathetern ohne Antibiotika nahezu gleich hoch wie in der Kathetergruppe mit Antibiotika wo sie 8/92, also etwa 9% beträgt.

Für die katheterinduzierte Infektionsrate in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika lassen sich zum Vergleich in der angegebenen Literatur keine Angaben finden.

4.3.1. Kolonisationsrate, Infektionsrate und mittlere Verweildauer der verschiedenen Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion

Die geringe Fallzahl der kolonisierten Katheter in den meisten Kathetergruppen ermöglicht eine statistische Prüfung der Kolonisationshäufigkeiten auf Signifikanz nur bei den Armvenen-, Perkutan- und Venae sectio- Kathetern. Lediglich bei den Perkutankathetern ergibt sich dabei, daß die Häufigkeit der kolonisierten Katheter mit Antibiotikaperfusion signifikant niedriger liegt als bei den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion.

Vergleichbar mit dem χ^2 - Test sind außerdem, wie bereits erwähnt, nur jene kolonisierten Katheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, die eine annähernd gleiche intravasale Verweildauer aufweisen. Dies trifft ebenfalls nur bei den Perkutankathetern mit einer mittleren Verweildauer von rund neun Tagen zu, während die anderen Kathetergruppen teilweise eine recht unterschiedliche mittlere Verweildauer besitzen. Mit Ausnahme der Beinvenenkatheter liegt die mittlere Verweildauer der kolonisierten Katheter ohne Antibiotika durchwegs deutlich niedriger als bei den kolonisierten Kathetern mit Antibiotikaperfusion.

Trotz dieser kürzeren mittleren Verweildauer der meisten kolonisierten Katheter ohne Antibiotikaperfusion liegt die Kolonisationsrate der einzelnen Kathetergruppen, mit Ausnahme der Venae sectio-Katheter, mehr oder weniger deutlich höher als bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion.

Die kolonisierten Venae sectio- Katheter ohne Antibiotikaperfusion mit ihrer besonders kurzen mittleren Verweildauer von vier Tagen, etwa ein Drittel von der mittleren Verweildauer der Venae sectio-Katheter mit Antibiotikaperfusion, haben eine Kolonisationsrate, die um fast "10%" niedriger liegt als die Kolonisationsrate der mit Antibiotika perfundierten Venae sectio- Katheter.

Bei den Beinvenenkathetern liegen die Verhältnisse nicht so günstig. Obwohl die mittlere Verweildauer der Beinvenenkatheter mit Antibiotikaperfusion mit drei Tagen um mehr als die Hälfte kürzer ist als bei den kolonisierten Beinvenenkathetern ohne Perfusion mit Antibiotika, liegt die entsprechende Kolonisationsrate nur geringfügig niedriger. Die Anwendung von Antibiotika und eine sehr kurze mittlere Verweildauer haben zusammen im Falle der Beinvenenkatheter offenbar keinen deutlich sichtbaren positiven Effekt.

Eine günstigere Wirkung der Antibiotikaperfusion scheint in der Gruppe der Zentralkatheter vorzuliegen, die eine um sieben Tage längere mittlere Verweildauer als die Zentralkatheter ohne Antibiotikaperfusion haben und trotzdem eine um 17,5% niedrigere Kolonisationsrate als die letzteren aufweisen.

Die mittlere Verweildauer derjenigen kolonisierten Venenkatheter, die mehr oder weniger ernste infektiöse Komplikationen entwickeln, ergibt kein einheitliches Bild. Sie liegt bei den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion, je nach Kathetergruppe, teils höher, teils niedriger, als bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion, so daß kein sinnvoller Zusammenhang zwischen der jeweiligen mittleren Verweildauer, Antibiotikaaanwendung und der Infektionsrate erkennbar wird.

Von den kolonisierten Beinvenenkathetern mit Antibiotikaperfusion entwickeln beide, trotz der kurzen mittleren Verweildauer von drei Tagen, infektiöse Symptome, von denen ohne Antibiotika dagegen keiner, während dies bei allen anderen Kathetergruppen, mit Ausnahme der Subclaviakatheter, wie bereits erwähnt, der Fall ist.

Bei Armvenenkathetern, die mit Antibiotika perfundiert werden, liegt die Infektionsrate trotz kürzerer mittlerer Verweildauer höher als bei jenen ohne Antibiotikaperfusion.

Die katheterinduzierte Infektionsrate der Jugulariskatheter verhält sich gerade umgekehrt. Bei kurzer mittlerer Verweildauer ohne Antibiotika liegt eine hohe Infektionsrate vor, während sie bei langer Verweildauer mit Antibiotika erheblich niedriger liegt. Die Femoraliskatheter zeigen bezüglich Infektionsrate und mittlerer Verweildauer keine bzw. kaum Unterschiede.

Die Infektionsraten der Perkutan-, Venae sectio-, Zentral- und peripheren Katheter folgen in ihrer Tendenz annähernd, mit Ausnahme der peripheren Katheter, den entsprechenden Kolonisationsraten, wenn auch in einer kleineren Größenordnung.

Die mittlere Verweildauer der Perkutankatheter ohne Antibiotikaperfusion liegt um fünf Tage höher als die derjenigen mit Antibiotika perfundierten Perkutankatheter, was sich auch in einer höheren Infektionsrate niederschlägt, während die mittlere Verweildauer bei Venae sectio- und Zentralkathetern um jeweils zehn Tage kürzer liegt.

Die katheterinduzierte Infektionsrate der Venae sectio- Katheter ohne Antibiotikaperfusion liegt ähnlich wie die bereits beschrie-

bene Kolonisationsrate dadurch auch erheblich niedriger als bei den Venae sectio- Kathetern mit Antibiotikaperfusion. Ähnliche Verhältnisse gelten auch für die peripheren Venenkatheter.

Bei der Infektionsrate der Zentralkatheter mit Antibiotikaperfusion zeigt sich wiederum, wie auch schon bei der Kolonisationsrate, der günstige Einfluß der Antibiotikaaanwendung. Trotz einer längeren mittleren Verweildauer von zehn Tagen liegt die Infektionsrate mit 2/11 (18%) deutlich niedriger als bei den Zentralkathetern ohne Antibiotikaperfusion, die eine katheterinduzierte Infektionsrate von 3/9 (33%) aufweisen.

4.3.2. Verlauf von Kolonisationsrate, Infektionsrate und Symptomatik der Infektionen bei den Kathetern mit bzw. ohne Antibiotika, die nach unterschiedlich langer Verweildauer gezogen wurden

Die Abhängigkeit der Kolonisations- und katheterinduzierten Infektionsrate der gesamten Venenkatheter von der Perfusion mit bzw. ohne wirksame Antibiotikallösungen und von der Verweildauer der Katheter zeigt sich wesentlich genauer vor allem bei der Betrachtung der kumulierten Kolonisations- und Infektionsrate (Abb.7) und des prozentualen Anteils der kolonisierten und davon Infektionen verursachenden Venenkatheter, die nach einer unterschiedlich langen Verweildauer gezogen wurden (Abb. 8a u. b).

Der Verlauf der beiden kumulierten Kolonisationsraten verdeutlicht anschaulich den Einfluß der Antibiotikaperfusion auf die mikrobielle Kolonisationsrate der Venenkatheter bei kurzer oder längerer intravasaler Verweildauer. Nach einer Verweildauer von mehr als vier Tagen divergieren die beiden Kurvenzüge und damit die beobachteten kumulierten Kolonisationsraten sehr deutlich und erreichen im Verlauf der weiteren Verweildauer recht unterschiedliche Werte. Jedoch bleibt dieser Unterschied knapp unterhalb der Signifikanzschranke und nimmt folglich kein signifikantes Ausmaß an.

Die kumulierten Infektionsraten der Venenkatheter mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion unterscheiden sich im Gegensatz dazu weit weniger, was bedeutet, daß die Infektionsrate bei diesem Kathetermaterial nahezu unbeeinflusst von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika bleibt. Bei kürzerer Verweildauer liegt sie sogar bei den Kathetern, die mit Antibiotika perfundiert werden, geringfügig höher als bei den Venenkathetern ohne Antibiotika und erreicht in beiden Gruppen erst bei längerer Verweildauer der Ka-

theter etwa die gleichen Werte.

41 der 92 Venenkatheter mit Antibiotikaperfusion, also rund 45%, weisen eine Verweildauer zwischen einem und vier Tagen auf. Jedoch treten nur vier der insgesamt vierzehn kolonisierten Katheter dieser Gruppe, das sind 29%, und zwei der acht katheterinduzierten Infektionen, also 25%, in diesem Zeitabschnitt der Verweildauer auf.

43 der 76 Venenkatheter ohne Antibiotikaperfusion, das sind 57%, haben eine Verweildauer von nicht mehr als vier Tagen. Jedoch erscheinen in diesem Zeitraum sogar nur 5 der 21 kolonisierten, also 24%, und einer von sechs, somit rund 17% der Infektionen verursachenden Katheter, die nicht mit Antibiotika perfundiert werden.

Die Häufigkeit der kolonisierten Katheter mit einer Verweildauer von nicht mehr als vier Tagen und jene mit einer längeren Verweildauer, jeweils in Abhängigkeit von der Perfusion der Katheter mit bzw. ohne Antibiotika ergibt im Falle der Katheter ohne Antibiotikaperfusion bei Prüfung mit dem χ^2 - Test ein signifikantes Ergebnis.

Testvoraussetzungen:

Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,05

χ^2 - Signifikanzschranke : 3,841 bei einem Freiheitsgrad

Errechnete χ^2 - Werte :

Katheter mit Antibiotika : 1,373

Katheter ohne Antibiotika: 13,14

Der errechnete χ^2 - Wert übersteigt bei den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion weit die χ^2 - Signifikanzschranke. Die beobachtete Häufigkeit der kolonisierten Katheter in dieser Kathetergruppe liegt somit bei den Kathetern mit einer Verweildauer von mehr als vier Tagen signifikant höher als bei den Kathetern, die nicht länger als vier Tage liegen.

In der Kathetergruppe mit Antibiotikaperfusion ergeben die Häufigkeiten der kolonisierten Katheter in Abhängigkeit von einer Verweildauer von mehr bzw. weniger als vier Tagen kein signifikantes Ergebnis.

Bei den untersuchten Venenkathetern bewirkt die Anwendung von Antibiotika folglich eine signifikante Herabsetzung der Kolonisationshäufigkeit bei den Kathetern mit einer längeren Verweildauer als vier Tage.

Die katheterinduzierten Infektionen dieser Kathetergruppe treten

Jedoch bereits bei relativ kurzer Verweildauer auf und zeigen auch keinen erkennbaren Unterschied in der beobachteten Infektionssymptomatik gegenüber den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion.

Drei von acht katheterinduzierten Infektionen in der Gruppe mit Antibiotika werden bei Kathetern beobachtet, die nicht länger als fünf Tage liegen.

In der Kathetergruppe ohne Antibiotika fällt dagegen nur eine von sechs katheterinduzierten Infektionen in diesen Zeitraum der Verweildauer.

Hinsichtlich der Infektionshäufigkeit der Venenkatheter mit unterschiedlicher Lokalisation der Katheterinsertion und mit Antibiotikaperfusion scheinen nur bei den Beinvenenkathetern besonders negativ hervorstechende Verhältnisse vorzuliegen. Zwei der drei katheterinduzierten Infektionen, die bei Kathetern mit einer Verweildauer von einem bis zu fünf Tagen auftreten, fallen in die Gruppe der Beinvenenkatheter mit Antibiotikaperfusion.

Die dritte katheterinduzierte Infektion in der Gruppe mit Antibiotika und diesem Zeitraum der Verweildauer wird bei den Armvenenkathetern beobachtet.

Bei den Kathetern ohne Antibiotikaperfusion und mit einer Verweildauer von nicht mehr als fünf Tagen verursacht nur ein Jugulariskatheter eine Infektion.

Alle anderen Infektionen, insgesamt zehn, gehen von Kathetern aus, die länger als fünf Tage liegen und verteilen sich unauffällig auf die verschiedenen Katheterlokalisationen und die beiden Gruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion mit Ausnahme der Beinvenenkatheter ohne Antibiotika, da in dieser Gruppe keine katheterinduzierte Infektion auftritt.

Die beobachteten Infektionen bei Venenkathetern mit unterschiedlicher Insertionsart, eingeteilt in die Gruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion, verstärken den Eindruck, daß Infektionen bei Kathetern, die mit Antibiotika perfundiert werden und nicht länger als fünf Tage liegen, häufiger vorkommen als bei Kathetern mit dem gleichen Zeitraum der Verweildauer aber ohne Antibiotikaperfusion.

Von den mit Antibiotika perfundierten Perkutankathetern, die nicht länger als fünf Tage liegen, entwickelt nur einer eine Infektion, bei den Kathetern mit einer längeren Verweildauer wird ebenfalls nur eine Infektion beobachtet. In der Gruppe ohne Anti-

biotika entsteht bis zur Verweildauer von fünf Tagen dagegen keine katheterinduzierte Infektion, aber insgesamt drei Katheter mit einer Verweildauer von mehr als fünf Tagen entwickeln eine infektiöse Symptomatik.

Ähnliche Verhältnisse können bei den Venae sectio- Kathetern beobachtet werden. Bei zweien der Katheter mit Antibiotikaperfusion und einer Liegedauer bis zu fünf Tagen treten katheterinduzierte Infektionen auf, wobei diese beiden Katheter zugleich Beinvenen - katheter sind. Die Kombination von Beinvenenkathetern und Venae sectio scheint hinsichtlich der Infektionsgefahr, trotz Anwendung von Antibiotika, besonders ungünstig zu sein. Bei längerer Verweildauer als fünf Tage erscheinen noch drei Venae sectio- Katheter, die Infektionen verursachen.

Die Venae sectio- Katheter ohne Antibiotika und einer Verweildauer von einem bis zu fünf Tagen verursachen nur eine Infektion. Auch bei längerer Verweildauer der Katheter dieser Gruppe, die allerdings neun Tage nicht überschreitet, treten keine weiteren katheterinduzierten Infektionen auf.

Die Venenkatheter mit zentraler Lage der Katheterspitze unterscheiden sich deutlich, vor allem in bezug auf das zeitliche Auftreten der Infektionen im Verlauf der Verweildauer und der Anwendung von Antibiotika, von den anderen Kathetergruppen.

Bei einer Verweildauer der Zentralkatheter bis zu fünf Tagen tritt sowohl in der Gruppe mit als auch ohne Antibiotikaperfusion keine Infektion auf.

Bis zu einer Verweildauer von 17 Tagen liegen neun von elf, das sind 82% der Zentralkatheter mit Antibiotika, trotzdem erscheint in diesem relativ langen Zeitraum der Verweildauer keine katheterinduzierte Infektion. Erst bei Zentralkathetern mit der sehr langen Liegedauer von 18 und 29 Tagen lassen sich Anzeichen einer Infektion nachweisen.

Bei den Zentralkathetern ohne Antibiotika zeigen sich im Gegensatz dazu bereits wesentlich früher, nämlich erstmals bei einem Katheter mit einer sechstägigen Verweildauer infektiöse Symptome, bei längerer Liegedauer folgen noch zwei katheterinduzierte Infektionen.

Der Einfluß der Antibiotikaperfusion auf die Infektionshäufigkeit scheint bei den beobachteten Zentralkathetern trotz relativ langer Verweildauer der Katheter sehr günstig zu sein. Die Entstehung

von Infektionen kann allerdings bei extrem langer Liegedauer trotz zentraler Lage der Katheterspitze und Anwendung von Antibiotika nicht verhindert werden.

Die Regressionsanalyse von der Verweildauer auf die Kolonisations- und Infektionsrate bei den beiden Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion verdeutlicht den quantitativen Einfluß von Antibiotika und Verweildauer auf die Kolonisations- und Infektionsrate der Katheter, die nach unterschiedlich langer Liegedauer gezogen wurden. Der divergierende Verlauf der Regressionsgeraden zeigt, daß die Größenordnung der Kolonisations- und Infektionsrate der Katheter ohne Antibiotikaperfusion in einem weit höheren Ausmaß von der Verweildauer beeinflußt wird als bei den Venenkathetern mit Antibiotikaperfusion.

Anhand des hier erfaßten Untersuchungsmaterials kann also gesagt werden, daß durch die Anwendung von Antibiotika die Liegedauer der Venenkatheter deutlich länger sein kann, ohne daß die Kolonisations- und Infektionsrate jene Werte erreicht, wie sie bei den Kathetern ohne Antibiotika vorkommen.

Jedoch besteht bei den Kathetern mit Antibiotikaperfusion kein wesentlicher Unterschied zwischen den Regressionsgeraden von der Verweildauer auf die Kolonisations- und Infektionsrate, deren Höhe im Verlauf der Verweildauer nur mehr oder weniger gering voneinander abweicht, was bedeutet, daß fast jeder mit Antibiotika perfundierte und kolonisierte Katheter zugleich auch eine Infektion entwickelt.

Bei den Kathetern, die nicht mit Antibiotika perfundiert werden, laufen die beiden Geraden zwar genau parallel, jedoch liegt die Regressionsgerade von der Verweildauer auf die Infektionsrate auf einem deutlich niedrigeren Niveau, so daß bei einer bestimmten Verweildauer die Infektionsrate um fast 30% niedriger liegt als die Kolonisationsrate.

4.4. Keimspektrum der kolonisierten und davon Infektionen verursachende Katheter

Das beobachtete Keimspektrum erstreckt sich über insgesamt zwölf Keimarten. Wenn man davon ausgeht, daß Keime, die an einer sonst sterilen Lokalisation im Körper gefunden werden, pathogen oder opportunistisch pathogen sind (18), so sind alle in dieser Arbeit innerhalb der Blutbahn beobachteten Bakterien und Pilze in den speziellen Fällen als verantwortliche Krankheitserreger zu betrachten.

Über die Herkunft der Keime läßt sich sagen, daß sie wahrscheinlich vom Hautareal der Katheterlokalisierung einwandern. Es zeigt sich nämlich, daß bei der Lokalisation der Katheter in kranialen Körperabschnitten, wie oberen Extremitäten, Hals und Schulterbereich, die Kolonisation der Katheter häufiger mit grampositiven Keimen der physiologischen Hautflora erfolgt.

Die Katheter mit einer Lokalisation in kaudalen Körperarealen, wie Nabelbereich, V. femoralis und unteren Extremitäten werden im Gegensatz dazu überwiegend von den meist gramnegativen Enterobakterien kolonisiert, die normalerweise im menschlichen Darmtrakt vorkommen. Diese Beobachtung ist wahrscheinlich auf eine häufigere faecale Kontamination der Katheter von außen in den kaudalen Körperabschnitten zurückzuführen, wie sie bei den kranialen Katheterlokalisationen nicht auftritt.

Dadurch erklärt sich auch die an früherer Stelle bereits erwähnte besonders hohe Kolonisations- und Infektionsrate bei Kathetern der V. femoralis, da bei dieser Katheterlokalisierung das Kontaminationsrisiko, bedingt durch die enge lokale Beziehung zum Analbereich, erheblich ansteigt, worauf auch die ausschließliche Kolonisation der Femoralkatheter mit Enterobakterien hinweist.

In den beiden Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotika ist die Anzahl der beobachteten Keimarten nahezu gleich groß und folglich unabhängig von der Perfusion mit Antibiotika.

In der Kathetergruppe mit Antibiotikaperfusion treten jedoch weniger gramnegative Keimspezies auf als in der Gruppe ohne Antibiotika. Zwischen gramnegativen und grampositiven Keimarten beträgt das Verhältnis in der Kathetergruppe ohne Antibiotikaperfusion 4/4 und in der Gruppe mit Antibiotika 2/5.

Die unterschiedliche Häufigkeit einer bestimmten Keimart in den beiden Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion ist je nach Keimspezies verschieden stark ausgeprägt. Besonders deutlich wird dies bei den Staphylokokken, Coagulase positiv, und den Streptokokken, Gr. D (Enterokokken), die abhängig von der Anwendung von Antibiotika bzw. keiner Antibiotika ein Häufigkeitsverhältnis von $1/6$ bzw. $1/5$ aufweisen. Bei den Staphylokokken, Coagulase negativ (Staph. epidermidis), und E. coli betragen diese Verhältniszahlen jeweils $4/6$ bzw. $3/5$.

Die Häufigkeit der Keime, die in der Gruppe mit bzw. ohne Antibiotikaapplikation Infektionen verursachen, liegt bei den Staphylokokken, Coagulase positiv, bei $1/3$ und Streptokokken, Gr. D (Enterokokken) bei $0/3$, also mit Antibiotika stets niedriger als ohne. Umgekehrt liegen diese Verhältnisse bei den Staphylokokken, Coagulase negativ (Staph. epidermidis), und E. coli wo ein Häufigkeitsverhältnis von $2/1$ bzw. $3/2$ beobachtet wird und die Infektionen verursachenden Keime somit in der Gruppe mit Antibiotika häufiger auftreten als in der Kathetergruppe ohne Antibiotikaanwendung. Wenn man also insgesamt die Zahl der verschiedenen Erregerspezies in den Kathetergruppen mit bzw. ohne Antibiotikaperfusion vergleicht, so wird doch deutlich, daß in Anbetracht der kleinen Zahlen ein unkoordinierter Selektionsdruck, möglicherweise meist ohne klinische Bedeutung, zustande kommt.

4.5. Bedeutung des Lebensalters der Patienten für die Kolonisations- und katheterinduzierte Infektionsrate

Die beobachteten Kolonisationshäufigkeiten in den verschiedenen Altersgruppen, von Frühgeborenen bis zu Schulkindern, liegen bei den jüngeren Kindern signifikant höher.

Auch die katheterinduzierte Infektionshäufigkeit liegt bei den Frühgeborenen und reifen Neugeborenen deutlich höher als bei älteren Kindern. Jedoch kann dieser Unterschied statistisch nicht ausgewertet werden, weil die Fallzahl in den einzelnen Gruppen zu gering ist.

Die fallende Tendenz der Kolonisationsrate von den Frühgeborenen bis zu den Schulkindern wird nur durch eine nach oben abweichende Kolonisationshäufigkeit bei den Kindern im Säuglingsalter unterbrochen. Diese Beobachtung ist möglicherweise auf die in den er-

sten Lebensmonaten mangelhafte Immunantwort der Kinder zurückzuführen, wodurch die Infektabwehr der Säuglinge geschwächt wird(17).

Die Indikation für die Anwendung von Venenkathetern sollte für die Altersgruppen der Frühgeborenen, der reifen Neugeborenen und der Säuglinge besonders streng, sicher strenger als bei älteren Kindern und bei Patienten im Erwachsenenalter, gestellt werden.

5. Zusammenfassung

Es wird retrospektiv über die Häufigkeit der mikrobiellen Kolonisation und Infektion von intravasalen Kathetern bei einem pädiatrischen Krankengut berichtet, jeweils in Abhängigkeit von der Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart, Lage der Katheterspitze, Verweildauer und der Anwendung von Antibiotika.

168 der 202 Katheter liegen, zusammengefaßt als "Gesamte Venenkatheter", in Venen der oberen und unteren Extremitäten, der V.jugularis, V.subclavia und V.femoralis, die restlichen 34 in Nabelvenen- oder Nabelarterien.

21% der "Gesamten Venenkatheter" sind mikrobiell kolonisiert und 8,5% induzieren Infektionen.

Die verschiedene Lokalisation der Katheterinsertion, Insertionsart und Lage der Katheterspitze hat keinen signifikanten Einfluß auf die Kolonisationshäufigkeit.

Mit Ausnahme der Subclaviakatheter werden in allen Gruppen katheterinduzierte Infektionen beobachtet. Die Infektionshäufigkeit liegt nur bei den Venae sectio- Kathetern signifikant etwa viermal höher als bei den Perkutankathetern.

Die Kolonisationsrate der "Gesamten Venenkatheter" hängt signifikant von der Verweildauer ab und liegt bei den Kathetern mit einer längeren Verweildauer als vier Tage dreimal höher als bei den Kathetern mit einer Verweildauer von einem bis zu vier Tagen. Bei den Venae sectio-Kathetern hängt die Kolonisationshäufigkeit nicht signifikant von einer längeren bzw. kürzeren Verweildauer der Katheter ab.

Auch die überwiegende Anzahl der katheterinduzierten Infektionen erscheint nach einer Verweildauer der Katheter von mehr als vier Tagen. Eine statistische Auswertung ist aufgrund der geringen Fallzahl jedoch nicht möglich.

Die systemische Anwendung von Antibiotika senkt die Kolonisationsrate nicht signifikant zwar von 28% auf 15%, die katheterinduzierten Infektionen liegen mit 9% bzw. 8% jedoch gleich hoch.

Bei den Perkutankathetern mit Antibiotika ergibt sich eine signifikante, nämlich um mehr als die Hälfte niedrigere Kolonisationsrate.

Ohne Antibiotika liegt die Häufigkeit der kolonisierten Katheter mit einer längeren Verweildauer als vier Tage signifikant mehr als viermal höher als bei den Kathetern, die nicht länger als vier Tage liegen. Mit Antibiotika ergibt sich in Abhängigkeit von der Verweildauer kein signifikanter Unterschied in der Kolonisations -

häufigkeit.

Bei den Zentralkathetern scheint sich die Antibiotikaperfusion günstig auf die Kolonisations- und Infektionsrate auszuwirken, sie ist jedoch wegen der geringen Fallzahl statistisch nicht auswertbar.

Die Kombination von Venae sectio- Beinvenenkathetern bringt eine hohe Infektionsgefahr mit sich.

Das beobachtete Keimspektrum umfaßt zwölf Keimarten, die wahrscheinlich vom Hautareal der Katheterlokalisation einwandern. Die Zahl der Keimarten in den Gruppen mit bzw. ohne Antibiotika ist fast gleich groß, jedoch liegt bei Anwendung von Antibiotika die Anzahl der Erreger bei den einzelnen gramnegativen Keimarten deutlich niedriger als bei den grampositiven Keimen.

Die Häufigkeit der kolonisierten Venenkatheter liegt bei Frühgeborenen und reifen Neugeborenen signifikant zwei - bis dreimal höher als bei älteren Kindern. Auch die katheterinduzierte Infektionsrate liegt bei den jüngeren Kindern deutlich höher als bei den älteren Kindern.

Literaturverzeichnis:

1. Adler, J.L.; Shulman, J.A.: Nosocomial infection and antibiotic usage at Grady Memorial Hospital
Southern Med. J. 63, 102 - 5 (1970)
2. Balagtas, R.C.; Bell, Ch.E.; Edwards, L.D.; Levin, St.: Risk of local and systemic infections associated with umbilical vein catheterization: A prospektive study in 86 newborn patients
Pediatrics 48, 359 (1971)
3. Banks, D.C.; Yates, D.B.; Cawdrey, H.M.; Harries, M.G.; Kidner, P.H.: Infection from intravenous catheters
Lancet 1, 443 (1970)
4. Bhatt, D.R.; Hoggmann, J.E.; Tatter, D.: Evaluation of prophylactic antibiotics during umbilical catheterization in newborn
Clin. Res. 18, 217 (1970)
5. Brown, C.A.; Kent, A.: Perforation of right ventricle by polyethylene catheter
South. M.J. 49, 466 (1956)
6. Collins, R.N.; Braun, P.A.; Zinner, S.H.; Kass, E.H.: Risk of local and systemic infection with polyethylene intravenous catheters
New Engl. J. Med. 279, 340 (1968)
7. Corso, J. A.; Agostinelli, R.; and Brandriss, M. W.: Maintenance of venous polyethylene catheters to reduce the risk of infection
J. A. M.A. 210, 2075 (1969)
8. Daschner, F.; Adam, D.; Marget, W.: Sepsis und Kontamination bei Nabel - und Venenkathetern
Mschr. Kinderheilk. 122, 49 - 53 (1974)
9. Deeb, E. N.; Natsios, G. A.: Contamination of intravenous fluids by bacteria and fungi during preparation and administration
Amer. J. Hosp. Pharm. 28, 764 (1971)
10. Druskin, M. S.; and Siegel, P. D.: Bacterial contamination of indwelling intravenous polyethylene catheters
J. A. M. A. 185, 966 (1963)
11. Egan, E. A.; Eitzman, D. V.: Umbilical vessel catheterization
Amer. J. Dis. Child. 121, 213 (1971)
12. Emmrich, P.: Die Anwendung des Cavakatheters in der pädiatrischen Intensivpflege
Mschr. Kinderheilk. 119, 218 (1971)

13. Fuchs, P. C.: Indwelling intravenous polyethylene catheters. Factors influencing the risk of mikrobial colonization and sepsis
J. Amer. med. Ass. 216, 1447 (1971)
14. Goldmann, D. G.; et al.: Guidelines for infection control in intravenous therapy
Ann. Intern. Med. 79, 848 - 50 (1973)
15. Krauss, A. N.; Albert, R. F.; Kannan, M.M.: Contamination of umbilical catheters in the newborn infant
J. Pediatrics 77, 965 -969 (1970)
16. Maki, D. G.; Goldmann, D. A.: Infection control in intravenous therapy
Ann. Intern. Med. 79, 867 - 87 (1973)
17. Marget, W.; Belohradsky, B. H.: Neugeboreneninfektionen
Pädiatrie in Praxis und Klinik 1.136
Fischer, G.; Thieme; Stuttgart (1978)
18. Marget, W.; Schwab, J.: Candida albicans. Ein Beispiel für opportunistisch - pathogene Krankheitserreger
Münch. med. Wschr. 113, 1637 (1971)
19. McGowan, J. E., Jr; et. al.: Infection and antibiotic usage at Boston City Hospital: Changes in prevalence during the decade 1964 - 1973
J. Infect. Dis. 129, 421 - 8 (1974)
20. McGowan, J. E., Jr; et. al.: Bacteremia at Boston City Hospital: Occurance and mortality during 12 selected years (1935 - 1972), with special reference to hospital - acquired cases
J. Infect. Dis. 132, 316 - 35 (Sept. 1975)
21. Moody, M. L.; Burke, J. P.: Infections and antibiotic use in a large private hospital, January, 1971
Arch. Intern. Med. 130, 261 - 6 (August 1972)
22. Moran, J. M.; Atwood, R. P.; Rowe, M. I.: A clinical and bacteriologic study of infections associated with venous cut - downs
New Engl. J. Med. 272, 554 (1965)
23. Neal, W. A.; Reynolds, J. W.; Jarvis, Ch. W.; Williams, H. J.: Umbilical artery catheterization: Demonstration of arterial thrombosis by aortography
Pediatrics 50, 6 (1972)

24. Ogawa, H.; Nakamura, A.; Sakazaki, R.: Pathogenic properties of enteropathogenic E. coli from diarrheal children and adults
Jap. J. med. Sci. Biol. 21, 333 (1968)
25. Peter, G.; Lloyd - Still, J. D.; Lovejoy, F. H.: Local infection and bacteremia from scalp vein needles and polyethylene catheters in children
J. Pediatrics 80, 78 - 83 (1972)
26. Powers, W. F.; Tooley, W. H.: Contamination of umbilical vessel catheters: Encouraging information
Pediatrics 49, 470 (1972)
27. Smits, H.; Freedman, L. R.: Prolonged venous catheterization as a cause of sepsis
New Engl. J. Med. 276, 1229 (1967)
28. Zinner, S. H.; Denny - Brown, B. C.; Braun, P.; Burke, J. P.; Toala, P.; and Kass, E. H.: Risk of infection with intravenous indwelling catheters: Effect of application of antibiotic ointment
J. Infect. Dis. 120, 616 (1969)

L e b e n s l a u f

3.5.1944: Als drittes Kind des Bauern Gustav Reichert und seiner Ehefrau Berta, geb. Winke, in Leisewitz/Schlesien geboren.

Sept. 1950-Juli 1958: Besuch der Volksschule Oberröslau

Jan. 1959 - Dez. 1961: Lehre als Elektroinstallateur in Oberröslau

April 1962: Gesellenprüfung als Elektroinstallateur bei der Handwerkskammer Hof/Saale

Jan. 1963 - Dez. 1968: Soldat auf Zeit bei der Bundesluftwaffe als Funkmechaniker im Flugsicherungsdienst

Juli 1966: Facharbeiterprüfung als Elektronikmechaniker bei der Industrie - und Handelskammer Augsburg

Sept. 1966 - Juni 1969: Besuch der Berufsaufbauschule in Memmingen/Allgäu. Abschluß: Fachschulreife

Okt. 1969 - März 1972: Besuch des Bayernkollegs Augsburg. Abschluß: Allgemeine Hochschulreife

April 1972 - September 1978: Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians - Universität München:

Oktober 1977 - September 1978: Absolvierung des " Praktischen Jahres " laut Approbationsordnung für Ärzte:

Okt. 1977 - Jan. 1978: II. Chirurgische Abteilung des Lehrkrankenhauses München Schwabing

Febr. 1978 - Mai 1978: Kinderklinik der Universität München im Dr. von Haunerschen Kinderspital

Juni 1978 - Sept. 1978: Medizinische Klinik des Lehrkrankenhauses Westkrankenhaus Augsburg

14.11.1978: Abschluß des Medizinstudiums mit der Ärztlichen Prüfung

1.Februar 1979 - 31.März 1979: Assistenzarzt auf der Anästhesieabteilung des Städt. Marienkrankenhauses Amberg/Opf.

1.April 1979 bis heute: Assistenzarzt auf der Chirurgischen Abteilung des Städt. Marienkrankenhauses Amberg/Opf.

